# Лекция 1:

Первый ЯП высокого уровня - FORTRAN (formula translator, 1954-1957). FORTRAN позволил избавиться от привязки программы к конкретной машине.
Что нужно знать программисту кроме C++?

- Компилятор
- Текстовый редактор
- Отладчик

- Стандартная библиотека

Дополнительные инструменты:

- Системы контроля версий (git, SVN)
- JIRA - Система управления проектом (система контроля за проектом), подробнее - jira
- CI - (Continuous Integration) -- практика разработки ПО, в которой члены команды проводят интеграцию не реже чем раз в день. Результаты интеграции проверяются автоматически, обычно используя автотесты и статический анализ кода.
- SCRUM - спринты (демонстрация работы команды) каждые 1-2 недели, подробнее - scrum

**Лекция 2:**

Парадигма программирования ≠ Язык программирования

**Всякие разные ЯПы:**

**PL/1** (IBM), **Algol 68** (на его основе был создан **C** (но это не точно)), **Pascal**.

**Ada** - был признан военным стандартом. ЯП для систем реального времени (в боевых действиях).

Требования - надежность, устойчивость (к отказам), ...

**Modula-2** - был нацелен на системное ПО; сейчас эту нишу занял **C.**

**GNAT** - GNU NYU Ada Translator

Курс изначально был основан на языке **Ada.**

Основные выводы

ЯП не внедряются, а выживают. Предсказать это нельзя. Выживают, как правило, те ЯП, которые придумывает один человек.

Язык должен быть достаточно прост (при обучении первые программы должны появляться на 1-2 день)

Нет и не будет никогда единого ЯП. Лектор: выживает не наилучший ЯП, а первый, занявший нишу.

Задача для индустриального ЯП:

<stdin> => [reverse] => <stdout>.

**C:**

```
#include <stdio.h>
#define MAX_LEN 1024;
char buffer[MAX_LEN];
int size = 0;

int main() {
        int ch;
        while ((ch = getchar()) != EOF)
        {if (size >= MAX_LEN)
                {fprintf(stderr, “too large\n”);
                exit(1); }
                buffer[size++] = ch; }
        for (int i = size - 1; i > -1; i--)
                putchar(buffer[i]);
}
```

Недостаток этой программы - статическое распределение памяти, писать не очень удобно.

## Лекция 3:

Беда использования realloc() - фрагментация памяти.

Работа с динамической памятью - тонкая вещь.

**Modula-2** -> **Oberon** - 10 стр. описание языка (?).

ЯП был нацелен на системное программирование (СП). Первый СП-ЯП со сборкой мусора. Компилятор ЯП Oberon на Oberon - 4к строк.

Принципы выбора функциональности ЯП:

- Принцип сундука - берем все, что нужно (что может понадобиться)
- Принцип чемодана - берем все, без чего ЯП (наверное) не имеет смысла.



**Go** - язык с динамической сборкой мусора.

Объявления в Go: var <name> <type> [ = <value> ]

Можно иначе, без явного указания типа <name> **:=** <value>

Вспомним задачу <stdin> => [reverse] => <stdout>.

Решение на **Go:**

```
import {
        “put”,
        “OS”,
        “io/ioutil”,
        “string }
func main() {
        rdr := os.stdin // объявление переменной rdr
        b, err := ioutil.ReadAll(rdr)      //b - массив
байт, ReadAll()
// возвращает кортеж
        if err != nil {
                panic (“Bad Input”)
        }
        b := string(b)
        // альтернатива - s := string.Split(b, “”), “” -
пустая строка
        // в s будет срез (slice) массива

        for (i:= len(b)-1; i>=0; --i {
                fmt.print(b[i]) // могут быть проблемы
с кодировками
        }
}
```

*^ сверху какая-то дичь с кучей ошибок*

```
package main

import (
   "os"
   "io/ioutil"
   "fmt"
   "unicode/utf8")
```

```
func main() {
   rdr := os.Stdin
   b, err := ioutil.ReadAll(rdr)

   if err != nil {
      panic ("Bad Input")
   }

   str_b := string(b)

   fmt.Println(reverse1(str_b))
   fmt.Println(reverse2(str_b))
}

func reverse1(s string) string {
   output := ""
   for i:= len(s); i>0; i-- {
      output += s[i-1:i]
   }
   return string(output);
}

func reverse2(s string) string {
   o := make([]rune, utf8.RuneCountInString(s));
   i := len(o);
   for _, c := range s {
      i--;
      o[i] = c;
   }
   return string(o);
}
```

в го есть byte и rune

в reverse1 строка делится на byte и т к юникодные символы некоторые состоят из 2х и более получается каша

в reverse2 rune - отдельный символ utf-8

Решение на **C#**:

```
class Program
{
        static void Main(String[] args)
        {
                var s =
System.Console.In.ReadToEnd();
                for (int i = s.Length - 1; i > -1; i--)
                        System.Console.write(s[i]);
        }
}
```

Другой способ (в лекциях как “более объектный способ”):

```
class Program
{
        static void Main(String[] args)
        {
                var s =
System.Console.In.ReadToEnd();
                var a = s.ToCharArray();
                System.Console.Write(a.Reverse());
        }
}
```

Решение на **Python**:

```
import sys   print(sys.stdin.read()[::-1])
```

Лекция 4:

## Язык **C++**

generic (обобщенное) программирование - шаблоны (параметрический полиморфизм)
в **Python**, **JS** его нет и быть не может
Решение задачи на **C++:**

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <iostream>
#include <iterator>
using namespace std;

int main()
{
	vector<char> v;
	copy (istream_iterator<char>(cin), istream_iterator<char>(),
			back_inserter(v));
	copy (v.rbegin(), v.rend(), ostream_iterator<char>(cout));
	return 0;
}
```

Степень общности (абстракции) очень большая. При этом не теряется эффективность.

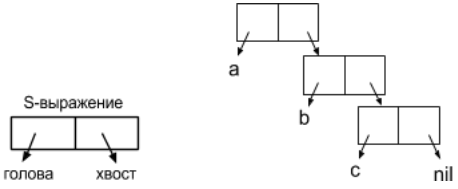
## Функциональное программирование

**Точка рассмотрения ЯП:**

| **Базис** | |
|---|---|
| **Скалярный базис** | **Структурный базис** |
| Встроенные типы и операции, операторы, выражения | Составные типы данных, массивы, структуры, составные операторы |

**LISP** ( “Чистый” LISP). **LISP** - List Processing.
(LISP не знаю, переписываю с лекций, чекните & поправьте если что)

У **LISP** Крайне простой базис (правила).
Базис **LISP’а**:
Типы данных: (атом) ->  (символ, т.е. идентификатор )  | (целое число)
Средство развития: (S - выражение) -> (голова).(хвост)
Шаг вычисления: число вычисляется само в себя.
Список - частный случай S-выражения
Иллюстрации:






(something).nil - список
() или nil - пустой список
(a.(b.(c.nil))) ~ (a b c) - средство облегчения нотации.
( (1 a) (2) 3 b ) - тоже список
Замечание: вообще правильнее рисовать так:


Основная структура данных **LISP** - список.
Программа - тоже список:

```
(+ 5 3)          #res = 8
(+ 5 3 8)        #res = 16
(+ (- 3 1) 8)    #res = 10
```

Определение своих функций:
(defun name (args) (body))
Встроенные функции:

- CAR (head) - рез-т атом или список, по сути это голова S-выражения
- CDR (tail) - рез-т всегда список (может быть пустым), по сути это хвост S-выражения
- (CONS a b) - конструирование точечной пары (a - голова, b - хвост)
- (NULL S) - является ли S пустым списком?
- (Atom X) - является ли X атомом
- T - символ TRUE
- () - пустой список, подразумевает FALSE
- ( COND (S11 S12) # как только S(N)1 дало истину - вычисляем S(N)2
  (S21 S22) # аналог switch() { case S11: S12; break; case S21: ... }
  … )
- ( IF (S) E1
  E2
  ) # if S then E1 else E2

Вспомним задачу <stdin> => [reverse] => <stdout>.
Решение на **LISP:**

```
( print (reverse (read)))
```

reverse может быть встроенный, а можно реализовать самому.

```
( defun reverse1 (S)
	( IF (NULL S) ()
		( append (reverse1 # в лекциях - просто reverse (?)
# добавили цифру в название, чтобы отличить от встроенной ф-ии
			(cdr S)) (cons (car S)())
		)
	)
)
```

Диалектов у LISP много, самый популярный - Common Lisp.

<еще какая-то дичь типа reverse2, shift >

Отсутствует понятие состояния. Ф-я одного и того же аргумента возвращает один и тот же результат.
Естественный параллелизм.
Недостаток: нет эффективных компиляторов.

```
(SET (QUOTE A) 2)
(SETQ A 2)          # что-то вроде A:=2
```

DO (цикл?)

Теперь язык стал мультипарадигмальным, но этого нет в чистом LISP.

## Идея байт-кода:

построчная интерпретация
**Java**, **SCALA**, **KOTLIN** (альтернатива Java), **CLOSURE**
- дают код для JVM (Java Virtual Machine, виртуальная машина Java)

Python (он тут к чему?)
**.NET** -> **MSIL** (Microsoft immediate language) -- assembly -> JIT-компилятор (Just In Time, компилируется когда нужно)
GAC (Global Assembly Cache)
**Basic** -> **VBA** (Visual Basic for Applications)

# Лекция 5:

## REFAL

Язык **REFAL** - разработан в СССР в середине 1960-х, ответвление от Функционального программирования
-Аппликативное программирование
Есть поле ввода (им может быть, например, stdin)

Рефал работает примерно так: внутри блока идет последовательность предложений вида:
хрень1 = хрень2;
Хрень1 - шаблон входа функции, хрень2 - то, что функция должна выдавать, если ее вход соответствует этому шаблону. Например
=; - пустое выражение, если на вход подается пустая строка, то вернуть пустую строку
e.1 = False; - если на вход подается один символ, то выдать False
Хрень1 может состоять из символов, фигурных скобок и свободных переменных (это как раз e.1 в примере)
Хрень2 помимо этого может содержать вызовы функций вида <Func arg1 … argn >. Допускается вложенный вызов функций.
Теперь подробнее о том, что такое свободные переменные: это штука вида
TYPE.ID
TYPE = e | s | t
s - 1 какой-либо символ
t - любой терм (символ либо выражение в скобках)
e - любое выражение
Вообще вот туть все есть понятненьким языком: http://refal.net/rf5_frm.htm
Образец = преобразованный образец, фильтры
Напоминает нормальные алгоритмы Маркова.
Образец записи, где s.1 - произв. литер, e.1 - произв. выражение:

```
{
        s.1 e.1 s.1  = <palindrome, e.1> - вызов функции palindrome
        s.1 = ;
        =; - пустое правило
} /// я не знаю наверняка, но кажется так не будет работать (точнее строка просто сотрется или типа того. Но я Я так понимаю, что здесь имеется в виду просто проверка на палиндром, тогда её можно записать вот так:
Palindrom { s.1 e.2 s.1 = <Palindrom  e.2> ;

                s.1 =  'yes' ;

                        =  'yes' ;

                e.1 =  'no' ;   }
```

Решение нашей задачи с reverse:

```
$ENTRY GO
{ \n < Prout <reverse <card>>>; \n }
reverse \n { \n  s.1 e.1 = <reverse e.1> s.1; \n =; \n }
```



-- наиболее естественная форма записи алгоритма reverse

## Rust

Предназначен для низкоуровневого СП. Ниша языка C. Язык C - ненадежный.

## Web-программирование

Взаимодействие:
**Perl** - Practical Extraction and Report Language
Для написания генерации веб-страниц.
**LAMP** - Linux Apache MySQL Perl (в дальнейшем - PHP)

## Логическое программирование

### Prolog

**Prolog** (1971) - алгоритм, проверяющий истинность любого утверждения, записанного на спец. языке.

Хорновский дизъюнкт:

$$P_1(X) \bigcap P_2(X) \ldots \bigcap P_n(X) \Rightarrow P(X)$$

X - вектор переменных
FALSE => Q(X) док-во за O(n)
X <-> значения термов
Значения термов могут быть строками и числами
Пример:
MAN(SOKRAT) == Сократ - человек
MORTAL(X) == X - смертен
MORTAL(X) :- MAN(X) == если X - человек: то X - смертен.
-: MORTAL(SOKRAT)

[ ] -список
[x, y, z]
Сопоставление образов:
[ x | z ]
 ^  ^--- tail
head

append(x, y, z) - предикат, z =  xy
Наша задача на **Prolog:**
reverse( [ ], [ ] ). // reverse(empty_list) == этот самый список.
reverse( [ X | Y ], Z) :- append(W, [X], Z), reverse(Y, W).
:- reverse([1, 2, 3], L). выдаст true, L = [3, 2, 1].
**SWI-Prolog** - реализация в Unix

## Основные понятия ЯП

Данные, операции, связывание: Программа обрабатывает некие **данные** с помощью **операций**
Рассмотрим строку. Ее длина (length) - операция или данные?

В Turbo Pascal - данные.
Существует дуализм: данные ↔ операции
Свойства:
-set
-get

### Геттеры/Сеттеры:

**C#**:

```
class X{
        private int _p;
        public int p{
                get { return _p; }
                set { _p = value; }
        }
}
```

**Smalltalk**
Переменные:
- Класса (в C++ называются static члены класса)
- Экземпляра

Object
доступ к данным - всегда операция
Достоинство такого подхода - легко менять класс изнутри.

Тип Данных:
- Данные
- Операции

ТД = Мн-во Данных + Мн-во Операций
Структуры Данных - СД (?)

В абстрактных типах данных абстрагируемся от множества данных.

Механизм создания новых ТД

Модуль:
Интерфейс;
Реализация

Модуль здесь - это механизм инкапсуляции (сокрытия внутренностей)

Классовый подход:
class
public:
…
private:
…
protected:
....

Мультиметоды - легко реализуются в Модульных ЯП.
**Модульное программирование** - это организация программы как совокупности небольших независимых блоков, называемых модулями, структура и поведение которых подчиняются определенным правилам
**Мультиметод** - механизм, позволяющий выбрать одну из нескольких функций в зависимости от динамических типов или значений аргументов.

## Лекция 6 Связывание (binding)

связывание: Сущность (конструкция) ЯП ↔ набор атрибутов
Время связывания:
- динамическое
- статическое

### Динамическое:

- в любой точке программы
- квазистатическое: при входе в блок; исчезает при выходе из блока

### Статическое:

- по выбору программиста ( переменная -- ее ТД)
- по выбору транслятора ( локальная переменная -- ее относительный адрес на стеке)
- по выбору компоновщика (статическая переменная -- абс. адрес, глобальная функция -- абс. адрес)

Связывание времени реализации:
char → signed | unsigned
Связывание времени создания ЯП:
ЯП, где большинство критических связываний статические -- компилируемые(?)
Самое критическое связывание - связывание ТД
Объект данных (ОД) ←→ Тип данных
Связывание переменной и ее адреса тоже довольно критично.
Имя - способ ссылки на сущности ЯП.
Имя ⇔ ОД
В C/C++ - статическое, но во многих современных ЯП - динамическое.
ОДК - ОД классов
Статически связываются только ссылки на объект
class X { … }
X a; -- в C++ - объект в памяти стека (или в статической)
Java, C# - в динамической памяти (на стеке - только ссылки)
В C# есть struct, классы-обертки
Упаковка/распаковка.



# Лекции 7, 8:

## Простые типы данных, операции над ними

Классификация простых типов данных:
1. Арифметические
   a. целые
      i. signed
      ii. unsigned
   b. вещественные
      i. floating point
      ii. fixed point
2. Символьные
3. Логические
4. Порядковые
   a. перечислимые
   b. диапазоны
5. Ссылочные и указательные
6. Подпрограммные (Их и … )

C++ не фиксирует целый тип ( в разных архитектурах может работать по-разному)
Java, C# полностью регламентируют размер и диапазоны значений всех типов
Ошибка:
char ch;
while ((ch = getchar()) != EOF) { ... }
т.к. int getchar(); то надо int ch; вместо char ch;
(внезапный факт о Go)
go run - интерпретация
go build - компиляция
Вещественные данные - формат с плавающей точкой:
$(-1)^S * M * 2^p$, s - бит знака, M - нормированная мантисса, p - порядок
float - 32 бита; double - 64 бита

Кодировки (внезапно):
**ASCII:**
0..127 - English(Ну и ещё всякие спецсимволы вначале (NUL, CR, LF из известных) + цифры + часто используемые символы (.,;" пробел и т.п.)) ;
128..255 - другие символы, много проблем (Сюда запихивали символы, зависящие от кодировки, т.е., к примеру, в Windows-1251 здесь кириллица, в Windows-1252 здесь некоторые доп. латинские символы типа ÂÃȯ и т.п.)
**Unicode (UTF-16):**
2 байта на символ -- 0..65535(Это только базовая многоязычная плоскость. Сейчас для всего юникода надо 4 байта на код символа.)
char in Java/C# - UTF-16
(внезапный факт)
while (n-m) - в C++ можно (и в Java Script)
while (n-m != 0 ) - так нужно в Java и C#

Порядковые типы данных:
1. Перечислимые
2. Диапазоны

В C# и Java bool не приводится к целому типу.

Имена:
- Предопределенные
  - Базис, вшиты в стандартную библиотеку.
- Пользовательские
  - Определяющее вхождение
  - Использующее вхождение

Некоторые базисные классы предоставляются пользователю как обычные библиотеки (компилятор про них знает)

C#: string - обертка над базовым классом
Java: перегрузка имен / overloading -- полиморфизм
FORTRAN:
DO 5 I = 1, 3 // start of the DO loop
// action
5 CONTINUE // end of the DO loop

Трансляция - сложный JS ⇒ стандартный JS
Статический поиск определяющего вхождения:


throw X(); → статический поиск
catch (X&) → динамический поиск
(тут про поиск соответствующего типа данных, видимо)

## Объектно-процедурная парадигма

Схема рассмотрения:

- Базис
  - Скалярный - простые ТД
  - Структурный - составные ТД
- Средства развития
- Средства защиты

Переменные - ссылки на реальные объекты
ОД - объект данных ( референциальные ТД)

Go / C#:
предопределение типов
int8, uint8;
int 16, uint 16;
…
int64, uint 64
в Go -> int, uint, uintptr.

IEEE 754: 52 бита - мантисса, 11 - порядок, 1 - знаковый

JavaScript:
Object, Function, Array | String, Number, Undefined

Битовые сдвиги:

- SAL, SAR - арифм., с учетом знакового биты
- SHL, SHR - логические, без учета знакового бита

Лекция 9:

Опять классификация типов данных

1. Порядковые
   a. Перечислимые (1995 - Java; 1999 - C#)
   b. Диапазоны
2. Ссылки / указатели
3. Подпрограммные типы (обсудим позже)
4. Символьный тип данных

### Перечислимые типы

Классические перечислимые типы:
type Enum is (const 1, const 2, …, const n) □
попадают в область видимости
val(T,i)
ord(Const 1) ≡ 0

Из Pascal:
case exp [выражение порядкового типа] of
    const 1:
    const 2:
    …
    end;

Перечислимые типы появились в 1969 в Паскале. Исчезли в 1988 - Оберон. Появились снова в 1999 в C#.
type TColor is (Red, Green, Yellow)
type RGB is (Red, Green, Blue) Конфликт имён!
Давайте Red, Green сделаем нуль-местными функциями.
Перегрузка функций (но не в C++)
Только в языках, где у выражений обязательный контекст
Но: procedure P(X: TColor);
    procedure P(X: RGB);
P(TColor “Red”);

3 возражения к перечислимому типу:

- Неявный трафик имён
- Нерасширяемость
- Ввод-вывод



**Решение первой проблемы:**
В C#: enum [: базовый тип] TColor {Red,Green,Yellow};=0 =1 =2
    TColor.Red
    TColor c;  int i;
    (int) c;  (TColor) i;
enum class TColor : unsigned char {...}
    TColor::Red

**Решение третьей проблемы:**
В C# есть неявный класс-оболочка class Enum.

В 2005 в Java появились перечислимые типы:
enum TColor {Red, Green, Yellow};
это класс-потомок Enum

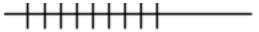
public RGB (int rgb) {
}

enum RGB {Red (0xFF0000), Green (0xFF00), Blue (0xFF)};
Проблема с расширением также решилась.

---

### Диапазоны:

Дискретный тип - тип, для которого определены succ, pred.




< > =

L .. R - Pascal
[L .. R] - Modula-2

Лучше всего реализовано в Ada.
имя_базового_типа range [L .. R]

Большая часть способов использования:
а) объявление массива
б) объявление индексной переменной

a [0 : 50]
array [Диапазонный тип] of базовый_тип
array [D1, D2] то же самое, что array[...] of array [...] of базовый_тип
Нерасширяемость!

Выкинем диапазоны. Тогда объявление массива:
0 .. N-1
ARRAY N of T;
Как в Си.

### Ссылки и указатели

Беда в Си: появилась адресная арифметика, надёжность ухудшилась. В других ЯП отказались от указателей. Появились ссылки вместо них: var X = new X();
Java, C#, Delphi (Объектно-референциальная модель)
В Python, Javascript:


На самом деле в C# есть указатели:
byte [] b = new byte [N];
fixed (byte *pb = b) {
    … здесь старый добрый C.
}
весь этот блок нужно поместить в блок unsafe, но при этом сборка станет небезопасной.
Но будем считать, что в C# нет указателей.

В языке Ada указатели строго на динамические структуры данных (Строгий ЯП).

### Ссылки:

В C++ не так, как в других ЯП ‘-;с объектно-реферативной моделью:
ссылка - аналог имени.
Единственная операция с ссылкой в C++ - инициализация.

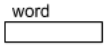
## Символьные типы данных

Текст ⇄ компьютер
аспекты:

- хранение
- обработка
- передача

string char

**Решения:**
50-е - 60-е:
1961 г. - IBM/360 - первый компьютер, в котором слово отлично от минимальной адресуемой единицы памяти.





Лекция 10

Кодировка

Для кодирования символа решили использовать байт.

## ASCII-7 (7 бит)

0, 1, …, 31, 32, …
0..9 A..Z a..z
В битах 1-31 - управляющие символы.
‘0’ + 1 = ‘1’
‘A’ + 32 = ‘a’

ANSI-8
0-127 - ASCII-7
128-255 - национальные кодировки
ISO-8859/1,2,3,4,... - расширенная латиница
Кириллица - КОИ-8 и еще несколько кодировок

У Microsoft: кодовые страницы (CP)
CP-866 - кириллица
457
CP-1251 - кириллица
1252 - отвечает ISO-8859
Кодовая страница определяет кодировку:

- charset - алфавит (набор символов) => 0..N ряд чисел
- правило представления в компьютере - code point (кодовая точка)

DBCS - double byte character set
SBCS - single byte character set
MBCS - многобайтовые кодировки (с переменной длиной)
UNICODE - стандарт:

- универсальный набор символов для разных алфавитов
- категории букв: Lu (letter upper case), Ll - заглавная, строчная и т.д.
  из - code point
- алгоритмы нормализации и декомпозиции
- кодировки

## UTF- Unicode Transformational Format (1991)

Первая версия Unicode фактически совпадала с UCS-2.
UCS-2 - universal character set (2 байта)
>60000 китайских иероглифов
Один и тот же .exe должен работать одинаково по всему миру.
str | cpy
str | cat
… |
wcs|cpy — принимают wchar_t*

## UCS-4

wchar_t - в языке C
i18n - internatiolization

- глобализация
- локализация



tcs|xxx через макросы — принимают TCHAR*, TCHAR задефайнен в виндовом заголовке как CHAR или WCHAR, в зависимости от дефайна UNICODE.
однобайтовые ->(перешли) UCS-2

“line” (char)
L”line” (wchar_t)
L’ ‘
L” “

U+0400 - U+04FF - диапазон для базовой кириллицы

0 : 65535
0 - 0xFFFF

Фактически, в Windows -> Java -> C# используется UTF-16.
В 1996 г. поняли, что codepoint > U+FFFF.
Плоскость (plane) UNICODE:

BMP - basic multilingual plane (фактически UCS-2 / UTF-16)

Класс Encoding
string => byte[] - нужно указывать кодировку

## Проблемы UTF-16:

- избыточность
- не хватает кодов для всех символов

| Плоскости | Диапазон | |
|---|---|---|
| BMP | 0 - U+FFFF | |
| 1 | U+10000 - U+1FFFF | |
| 2 | 2 2 | - 16 дополнительных плоскостей |
| F | U+F0000 - U+FFFFF | |
| 2^32 | | |

## UTF-32 - фактически QBCS

- удобное индексирование
- единственный недостаток - избыточность

В C++ sizeof(wchar_t) == 4 вообще говоря (не у Microsoft).

(В C++ sizeof(wchar_t) не определён. Под линуксами часто равен 4, под виндой 2. Но может быть и 1.)

Лекция 12.

## Кодировки

Кодировки: UTF-32 - 4 байта на code unit (проблема - big/little endian).
UTF-8 (1992 г.) - переменное число байтов.
0..127 -> 0xxxxxxx = ASCII-7
128..2047 -> 110xxxxx 10yyyyyy
2048-65535 -> 1110zzzz 10xxxxxx 10yyyyyy
Внутреннее представление текста (оно должно быть единым в ЯП)
UTF-32
Encode =>
Decode =>
2.7 => 3.3 utf-8 => 1251
Манифест UTF-8 везде.
У UTF-8 много плюсов
Недостаток - нет прямой индексации

Кодировки UNICODE
UCS-2 (Microsoft)
UCS-4
UTF-32 (ранние версии Python)
UTF-16
UTF-8

Нужен byte-order маркер (BOM) (Позволяет определить, используются ли Little или Big endian, а также отличать UTF-8/16/32)
Но прямая индексация при обработке текстов часто не помогает:
é  e’
Юникод не стандартизирует все (тонкости иероглифов)
Язык GO (Зафиксированное внутреннее представление текста)
.go - в UTF-8 всегда
len (S) - количество байтов.
S[0] - байт
Есть модуль Unicode/UTF-8 для работы с текстами, символами…
(Rune)
glyph  - синоним int32

# Структурный базис языков программирования

## Структурный тип - имеет структуру с точки зрения ЯП

Стандартный Паскаль:

- массивы - последовательность однотипных элементов, непрерывно расположенных в памяти
- записи - последовательность неоднотипных, неоднородных и необязательно непрерывных (tuple)
- множества
- файлы
- строки

Отрываясь от стандарта Паскаля - таблицы(словари, хеш-таблицы)
Понятие записи из ЯП с  динамическим связыванием (типизированием) исчезает постепенно (его нет в Python, ..)
файлы ушли из базиса ЯП

### Множества:

в Паскале
    set of T
    операции:
        :=
        x in S
        Incl(S, X)
        excl(S, X)
В Modula-2
    BITSET: set of [0 .. N-1] появился для удобства
В Java нет, но есть битовые операции (>>, <<, ...)

Таблицы в статически типизируемых языках перешли в стандартную библиотеку.
add(T, K, V)
remove (T, K)
bool lookup(T, K, out V)
T[K] => N

IDictionary <T>
Dictionary <T>

Но в динамически типизируемых ЯП таблицы есть:
Python, словари:
    d = {key1: value1, key2: value2, ...}

## Лекция 13.

## Базис ПООЯП (Процедурн. объектн. ор. ЯП)

**Какие структурные ТД остались:**
Статически-типизируемые ЯП:

- массивы
- записи (в ООЯП может не быть, заменяется на классы)
- строки (кроме C++, где строки не встроены в ЯП)
    (в C#, Java строки представлены как классы из библиотеки, но входят в язык:
    C#: system
    Java: java.lang .. SE - standart edition
        ME
        EE - enterprise)



Динамически типизируемые:

- массивы
- строки
- таблицы/кортежи

ЯП SWIFT: плохой ЯП, строки SWIFT заслуживают внимания
Языки не внедряются - они выживают
Мультипарадигмальные ЯП: MOZART, LEDA
Java -> C# -> Go -> SWIFT каждый из них возник в своей корпорации, за каждым ЯП стоит 1-2 человека (конкретные)

# Снова про кодировки

Проблемы в UNICODE:
Все упирается в понятие символ. Что такое символ?
é  U+E6
e  U+65 (?)
‘  U+301

Код языка - код страны
RU - RU
EN - US
EN - GB

Коды символов, кодирующих флаг:
(В общем, там есть набор букв от A до Z, который называется REGIONAL INDICATOR A (, B, C, ..., Z), если ставить по две таких "буквы" рядом, то может получиться флаг страны (например, RU = флаг РФ). Но в юникоде не стандартизировали, какие именно комбинации дают флаги, чтобы не вдаваться в политику (некоторые страны не признаются некоторыми другими странами и т.п.))
1XXXX
1F1XX
    |
F5 - P
F7 - R
FA - U
F8 - S
U+1F1F7 - R
U+1F1FA - U
Если флага нет, рисуется “PR”
В SWIFT:
    String
    Character - это то, что может быть нарисовано в знакоместе
“U{1F1F7}U{1F1FA}” - символьный литерал
“eU{301}” - é (здесь два юникодовских символа) - это декомпозированная форма “U{E6}”
какое внутренне представление строк в SWIFT - неизвестно.
Если в ЯП нет понимания, как устроена строка = это плохо
S.utf8
S.utf16
S.unicodeScalars (похоже на utf-32)

S = “U{1F1F7}U{1F1FA}”
S.count = 1
S.utf8.count = 8
S.utf16.count = 4
S.unicodeScalars = 2
    8 байт
var s = “Cafe”
print(s.count) = 4 (и если “КАФЕ”)
S+= “u{301}”
print(s.count) = 4
print(Array(S)) (до - “C”, “a”, “f”, “e”, после - “C”, “a”, “f”, “e”, “u{301}”)
S.utf8.count = 6
S.utf16.count = 5
S.unicodeScalars = 5
    10 байт
let s1 = “Cafeu{301}”
let s = “Café”
    if s1 == s
        print(“Same”)
    else
        print(“Different”);

Будет напечатано Same (Эти строки считаются эквивалентными)
Возникает понятие индексации. Но не целым типом
let s = “Hello”
s[s.startIndex] //”H”
s[s.endIndex] //Error
s[index(before: s.endIndex)] - параметр (before) - обязательно должен быть хотя бы один
s[index(after: s.startIndex, offset: 3)]
Все эти навороты из-за проблем в графематике.

Массивы
Dx…xD - n штук
n - длина массива
Статические ЯП:
Одномерный массив - последовательность однотипных элементов, расположенных в памяти непрерывно
Требования выравнивания - примитивные типы данных стараются делать без дыр

В динамических ЯП однородность может исчезнуть
У массива всегда есть длина (Length)
Операции:
	:= копирование массивов
	[ ] операция индексирования - двухместная
	[ ]: A, I -> Value
		-> D& (в терминах C++)
	Length: N
К какому типу принадлежит I?
До 90-х в этом вопросе нет конкретики:
с 1-цы, с 0 ; [-50:50]
В Pascal появилось понятие дискретного типа данных
Но в любом случае: [-50: 50] => 0..N-1
В ЯП, в которых дозволено использовать произвольные диапазоны, также есть операции(кроме длины):
A'LENGTH A'RANGE A'LOW A'HIGH (for i in A'RANGE)
Если Length чисто динамическая функция, возникает вопрос когда определяется размер?
Си:
	нет := , поэтому в Си массив не объект первого порядка
	char *strcpy (char s1[], char s2[])
или	char *strcpy (char *s1, char *s2)
Здесь массив - это фактически шаблон статического размещения элементов в памяти.
D arr[];
D* const arr
	почти эквивалентны(особенно если слева стоит extrn)/
D arr[10]
Задача (типичная на знание Си)
char m[10][20];
T *p = m;
T?
T = char[20] * (хотелось бы, но так нельзя)
typedef char T[20]
такой подход позволяет эффективно управлять памятью
VLA - массивы (Массивы переменной длины):
	void p(int n) {
		char vla[n]; }
	адреса локальных переменных становится вычислять сложнее -падает эффективность
Pascal
	array[IndexT] of T
	длина массива - свойство типа
Недостаток - нельзя написать универсальной процедуры работы с массивами
В ЯП Ada:
Есть неограниченные типы данных
и есть подтипы
type ARR is array(Integer range<>) of INTEGER
procedure P(A: ARR)
	begin
		for i in A'RANGE loop … A(i)
		end loop
	end
A1: ARR range 1..N
подтипы можно передавать в процедуру P



Лекция 14

## Массивы в статических ЯП

Length => статическое свойство типа
Гибкость <—?!—> Эффективность (при работе с процедурами и функциями)
В Ada:

| | | |
|---|---|---|
| Ограниченный тип | статическое | |
| Неограниченный тип | динамическое | свойство типа |

```
procedure P(X1, X2: ARR)
   X1 := X2;    — компилятор вставит проверку динамически
i := 0;
X1[i];
```

Если у компилятора есть возможность проверить статически, он это сделает, иначе динамически.
Это называется квазистатический контроль

### Modula, Modula2, Pascal (Turbo), …

```
PROCEDURE SUM (VAR A: ARRAY OF INTEGER,
:INTEGER)
VAR I, CNT : INTEGER;
BEGIN
…
0..HIGH(A)
```

### Oberon

(1988г.): выкинуты перечисл. типы, диапазоны…
int 0..N-1 — далее развитие шло так.

### Java, C#

T[] — спецификатор массива

```
T[] a;   // имя ссылки
T[] a, b;
a = b;  // копирование ссылки
a = new T[expr];
```

Длина является квазистатическим свойством массива, её нельзя изменить, но можно аллоцировать новый массив и скопировать туда старые данные.
Строки неизменяемы (немутабельны); для конструирования (манипуляции) строки StringBuilder.
+=
Метод toString (ToString в C#)

Неудобства с двумерными массивами:
int [][]q;
Элементами двумерного массива на самом деле являются ссылки на одномерные массивы.

```
int [][]q = new int[][10];
for (i = 0; i < 10; i++)
   a[i] = new int[i];
```

Это так называемые ступенчатые массивы
То есть в Java все двумерные массивы ступенчатые.
Только в C#:

```
int [,]q = new int[10,20];
a[i,j] = 420;     // обращение к элементу (i,j)
```

Это прямоугольные массивы (чистые двумерные массивы)

### C

POD — Plain Old Data — структуры в C (плоские структуры):

```
struct A {
   char adr[104];
   int b[4];
};        // в Java и C# такого не существует (?)
```

```
struct B {
   char[] adr;
   int[] b;
}; // это не плоская структура (??? таких типов нет в C)
```

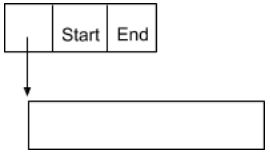
## Golang

[N]T — длина массива является частью типа
var b [100]int
var c [100]int
b = c
Казалось бы, как Pascal. А где же гибкость?

Было введено понятие slice(срез). (Вместо подтипов)

В FORTRAN90:
I:A range 0..10;
A
появились срезы

В Go срез это, фактически, окно, через которое мы смотрим на массив.




```
var b [100]int;
var c []int;                // срез
c = b[0:10]
```

**В Python:**

```
p[1:]          # срезы являются способом
p[:]           # появления новых массивов
p[1:-1]
p[i:j:s]
p[::-1]
```

В Go срез — самостоятельный тип.
Процедуры могут работать со срезами.

```
c = b[0..10]
len(c)

c := make([]int, 50)      // создаётся массив длины 50 в дин.памяти,
                          // срез указывает на него
c := make([]int, 50, 100) // --//-- длины 100, срез длины 50
```

Срез можно расширять. Есть возможность сделать как бы realloc. Срез это как вектор в c++

# Массивы в динамических ЯП

## Python

Массив это список

```
l = []              # пустой
l = [1, 2, 3, 4, “line1”, “line”, 3], 1.0]
l.append(5)
```

V — объект
dir(V) — выдаёт список методов *(на самом деле, всех имён в данном объекте, или в текущем пространстве имён)*

```
V = []; dir(V)
del l[-1]
del l[0]
```

### Comprehensions

```
l = [i for i in range(1, 101)]   # нормальные люди
пишут это как
                    # l = list(range(1, 101))
или
l = [i + 1 for i in range(100)]
можно добавить условное выражение
l = [i + 1 for i in range(100) if i % 420 == 0]
enumerate(l)   # -> [..., (индекс, элемент), ...]
```

```
l = [(1, 2), (2, 3), (3, 4)]
l = [(u, v) for (v, u) in l]   # l == [(2, 1), (3, 2), (4, 3)]
```

Недостаток: очень легко загадить память. (видимо если большой цикл будет)
Массивы в Python динамические.

### Кортежи

(В Golang как отдельный тип данных не существуют, но существуют во время компиляции)

```
x = … \n y = … \n x, y = y, x \n  a = (1, 2, 3) \n b = (420,) \n
```



Есть индексация (похоже на массив). Но: []: A,I -> D (а не &D)  (Наверно, имеется в виду, что возвращается новая копия элемента D, а не ссылка на текущий элемент D в массиве. Т.о. нельзя непосредственно изменить элемент массива)
Кортеж — очень накладная структура (три ссылки в кортеже 54 б)

# Таблицы

Встроены в динамические ЯП и в библиотеки статических ЯП
В Perl называются хеши
В Python называются словари

## .NET

IDictionary<K,V>
Dictionary<K,V>

```
d = {“name1”: 1, “name2”: 3, “name3”: 9}
V = d[“name1”]                  # V == 1
```

Если ключа нет, генерируется исключение.
Исключение — авария (катастрофа). В остальных случаях исключения использовать не стоит.

```
try:
   V = d[key]
except:
   V = def_value
```

*(то же самое пишется как V = d.get(key, def_value))*

map может быть реализован через:
АВЛ-дерево (Адельсон-Вельский, Ландис — советские учёные)
Красно-чёрное дерево
Хэш таблицу (тратится больше памяти - и нет сортировки)
...

Чёткого аналога словаря в STL нет *(но как же std::map?..) (Думаю, имелось в виду, что ключи могут быть произвольного типа в одном словаре.)*

## PHP

В PHP массивы это хеши (словари)

Лекция 15

24.10.2017

Немного о ТД: таблицы, массивы, записи, классы

Таблицы отлетают в библиотеку в статических языках и входят в базис динамических языков.
Массивы всегда будут…
Записи (структуры) (ввёл Хоар). Появились в конце 1960-х. В то время запись - строка таблицы в файле.
Запись (структура) - совокупность (множество, набор) переменных, рассматриваемых как единое целое.
“.” нельзя перегрузить в C++.
“->”  – можно.

```
record
   x:integer;
   z:real;
end record;
```

“.” – статическая операция в статических ЯП.

Во многих ЯП запись деградировала. Во многих заменена классом.
C++ (совместимость с C): struct _tag{...}

```
struct Cout{
   struct Cin{
   }
} Cout;
```

В C Cin доступно как имя тега снаружи (имя переменной может совпадать с тегом структуры).
В C++ только Cout::Cin.
struct f f(); – допустимо в C.
В C++ и C# пользовательские преобразования разрешены. Страуструп хотел запретить их, но сломался на том, что при использовании комплексных чисел нужно писать слишком много перегрузок операций:

```
+(Complex, int)
+(int, Complex)
double, float…
```

В Go комплексные числа входят в базис.
В Java записей (структур) нет.  В Go нет классов, но есть структуры, их моделирующие.

В С можно писать код “с использованием наследования и объектов...” (в объектном стиле):

Xlib (X Window)


*// это часть примера*

```
struct Core {
   …
}
```

```
struct Button {
   struct Core _corePart;
   struct _Button{...} _buttonPart;      //в конспекте там buttonPard, имхо, описка
   …
};
```

В Go наследование реализуется через агрегацию. В C# есть структуры как компромисс класса с объектно-референциальной моделью.

Пример:

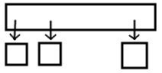
```
Point {
   public int x;
   public int y;
   … //куча методов (в конспекте написано ровно так)
}
```

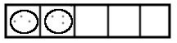
массив точек

```
Point [ ] arr = new Point[1000];
for (int i = 0; i < 1000; ++i)
   arr[i] = new Point();
```

<- Память расходуется неэффективно.

Структура – “недокласс”.





У неё не может быть виртуальных методов. Они наследуются только от объекта. Их наследовать нельзя. Это чистые POD-структуры. *//для таких же эрудитов, как я: Plain Old Data – тип данных, имеющий жёстко определённое расположение полей в памяти, не требующий ограничения доступа и автоматического управления.*

```
void Foo(Object o) {...}
Point p;
Foo(p); //упаковка struct -> объект. (автоупаковка типа значения в объект)
```

---

Объект -> TD

TO


(Запись с вариантами) Объединение типов → неразмеченные, размеченные

Паскаль:

```
record
   постоянная часть
   case Дискриминант: тип of    // тип должен быть дискретным
      константа 1: (запись 1);
      константа 2: (запись 2);
      …
end;
```


Неразмеченное объединение (как union в С):

```
type Word =
   record
      case boolean of
         true: (i:integer);
         false: (bits: packed array [1..48] of boolean);
      end;
```



В С отсутствуют размеченные объединения.

Проблемы размеченных объединений – отсутствие защиты (надежность)... *//не до конца уверена, это ли имелось в виду. В оригинале “Проблемы размеч. объед. отсут. защиты (надёжность)...”*

WIMP

Windows icon mouse pointer

Событие : время.

Event


## Коротко о ТД в динамических ЯП: Python, PHP, JS

В динамич. ЯП:

Запись - просто набор переменных. Записи отсутствуют вообще.

Python:

```
v = (x, y, z)
v[0]
v[1]
v[2]
```

PHP:

```
$a = [ ];
$a[“name1”] = val1;
$a[“name2”] = val2;
$arr = compact(“x”, “y”, “z”);
$arr[“x”]
extract($arr)
```

JavaScript:

```
Object
Array
var O = new Object();
или {}
O.prop = val      [1]
```

эквивалентно O[“prop”] = val => в JavaScript каждый объект по сути словарь.

```
var O = {}
O[0] = “a”;
O[2] = “b”;
O[3] = “c”;
```

Python:

```
dict = {}
dict[“prop”] = val    [2]
```

У [1] и [2] одна и та же роль.

```
alert(O[0])   будет выдано a.
var s = “”
for (i = 0; i <= 3; i++)
   s += O[i];              “a undefined b c”
```

В JavaScript объект подобен массиву. В каждой функции можно: this.arguments[0]

## Лекция 16

Операторный базис ЯП: самая главная задача - побочный эффект

:= - главный оператор (оператор присваивания)

Все остальные операторы - операторы передачи управления (control flow)

Операторы ввода/вывода почти ушли в стандартную библиотеку

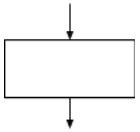
Fortran:

```
DO
IF (e) M1, M2, M3
GOTO 5
GOTO M
ASSIGN 10 TO M
GOTO (1, 5, 28, 30), i
```

```
SUBROUTINE P(*, *, *)
   RETURN i
P(10, 20, 30)
IF (e) S                чаще всего IF (e)
GOTO L
```

1960г - статья “О вредности оператора goto” Дейкстры, т.к. очень тяжело разбираться в программах, где есть goto.

## Структурированное (структурное) программирование



Один вход и один выход у каждой управляющей структуры.
$P(x_1, x_2, \dots x_n)$ - предикат, верный при входе
$Q(x_1, x_2, \dots x_n)$ - предикат, верный при выходе
Каждая структура преобразует предикат
Пример: сортировка

Было доказано, что достаточно:

```
S1; S2 :=
while B do S
```

Но Дейкстра предложил избыточный набор, но более удобный и понятный:

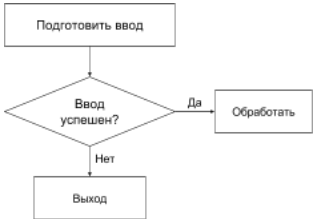
```
v := e
S1; S2
if B then S1
else S2
while B do S
repeat S1, …, SN until B
```

```
for i := L to R do S
case e of:
        C1:S1;
        C2:S2;
        else SN
end
```

Все они обладают свойством 

Операторы, заменяющие goto:

```
return;
break;
continue;
```




```
while ((ch = getchar()) != EOF) {
        //process
}
```

Если операция “подготовить” емкая?

В Oberon:

```
LOOP
        …
        EXIT
END
```

```
prepare;
while (B) {
        process;
        prepare;
}
for (;;) {
        prepare;
        if (!B) break;
        ...
}
```

Oberon:

```
LOOP
        prepare
        IF not B THEN EXIT
EXIT
```

В этих языках есть составной оператор.
Есть также языки с явными терминаторами.

Преимущество языков с составными операторами: лаконичные, структура вложенная, но кажется не вложенной.

## ЯП с терминаторами:

```
IF B1 THEN
        S11; S12; S13
ELSE IF B2 THEN
        S21; S22; S23
…
ELSE
        SN
END END … END
```

Введено ключевое слово ELIF (ELSIF, ELSEIF)
В Java нет goto, но есть break
В Go:
if [<инициализирующий блок>;] e1

| Терминатор | Составной оператор |
|---|---|
| Ада<br>Модула-2<br>Алгол-68<br>Python (двумерный синтаксис) | C<br>Паскаль<br>Python (двумерный синтаксис) |

Python: Отсутствие отступа является терминатором.

## Конструкция for each

std::for_each(it1, it2, f)
f - функтор ( класс с оператором() )
C#:

```
a - контейнер (например массив) или
коллекция. Коллекцию можно итерировать.
foreach (int v in a) {
        v ~ a[0]
        v ~ a[1]
        …
}
```

⬇

```
while (it.MoveNext()) {
        it.Current
}
interface IEnumerable {
        IEnumerator GetEnumerator();
}
```

⬇

```
Object Current;
bool MoveNext();
void Reset();
```

# Лекция 17

## Средства развития ЯП:

- модульность
- механизм создания новых типов (классы и т.п.)
- **подпрограммы**
-

Подпрограммы:

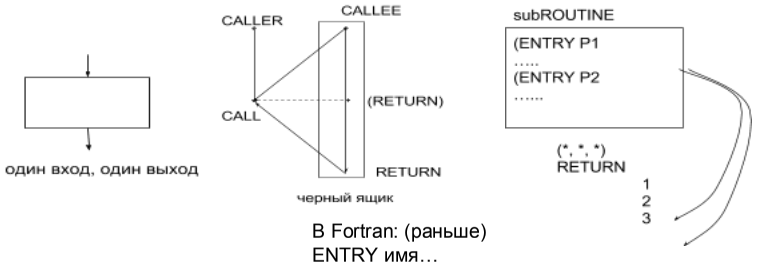
- понятие алгоритма в чистом виде
- это главная абстракция


SUBROUTINE P(A, B)
CALL P(X, Y)
FUNCTION EXP(X)

В Java, C# попытались уйти от подпрограммы, заменить их методами… Появился класс Math -- статический класс -- странный класс (Странный класс, потому что он нужен только для объявления статических методов. Т.е. если бы можно было объявлять просто функции без класса, в нём не было бы необходимости.), который играет только роль модуля
Math.exp вместо exp….
План:

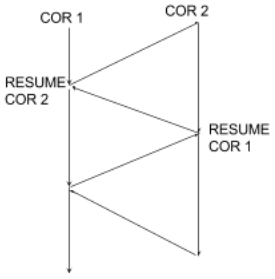
- передача управления
  - подпрограммы vs сопрограммы
- передача информации
- подпрограммные типы
  - функции как объекты первого порядка
  - анонимные функции (lambda) функции
  - замыкание

## Подпрограммы с точки зрения передачи управления

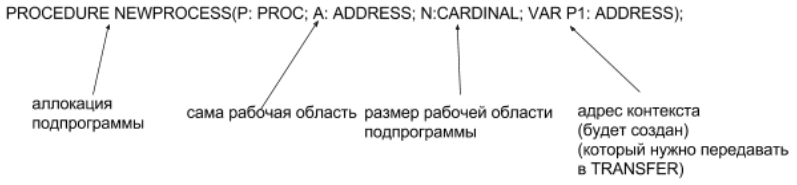



В Fortran: (раньше)
ENTRY имя…

несколько входов и выходов (Там суть в том, что в фортране можно было в функции объявлять несколько разных точек входа и передавать в функцию несколько разных точек выхода.)
От этого отказались в современном программировании
Несимметричность: вызвать можно из любой точки, а передача управления всегда в начало подпрограммы
Стековая дисциплина: размещения лок. переменных в памяти … появилась не сразу.
если сделать симметрично:
сопрограммы (Кнута-Конвея)




здесь у каждой сопрограммы свой стек.
Задача слияния двух файлов. С исп. сопрограмм алгоритм выглядит яснее
Modula-2: (COROUTINE)
PROCEDURE TRANSFER(VAR C1, C2: ADDRESS)
(Кстати: TYPE ADDRESS = POINTER TO ARRAY OF WORD;) (TYPE ADDRESS это аналог void*)
-передать управление с сопрограммы C1 на сопрограмму C2




---

DEFINITION MODULE PROCESSES;
TYPE SIGNAL;
PROCEDURE STARTPROCESS(P:PROC; N:CARDINAL);
PROCEDURE SEND(VAR S: SIGNAL);
PROCEDURE WAIT(VAR S: SIGNAL);
END PROCESSES.

Монитор Хоара _модуль….
MODULE M[4]
…FETCH…
…CONSUME…
IOTRANSFER (VAR C1, C2: ADDRESS; VAR …(прерывание):CARDINAL);

У сопрограмм общий сегмент данных, кода, свой стек у каждой.
Это похоже на потоки. Но в сопрограммах не возникало проблем с синхронизацией. Сопрограммы - квазипараллельные процессы.



У сопрограмм Кнута-Конвея две особенности:
- RESUME TO (кому)
- свой стек

Частные случаи сопрограмм встречаются в современных ЯП

## Iterator-ы (Enumerator-ы)

C# 2.0, Java 2005
Python : __next__, __iter__
for x in C:
возвращаемый объект либо выбрасывает исключение stopIteration с версии 2.2 (или др.) появился генератор (функция в которой встречается yield):

```
def fib(n):
    x, y = (1, 1)
    i = 0
    while i < n:
        yield x
        x, y = (y, x + y)
        i += 1

n = fib(10)
type(n) //n - generator
next(n) //будет печататься новое число Фибоначчи
…
```

```
for x in fib(n):
…
Можно сделать так:
def fib()
    x, y = (1, 1)
    while true:
        yield x
        x, y = (y, x + y)

for i in fib(): //бесконечный цикл
```

В Python 3 range(n) стал генератором вместо списка из n элементов.
Сопрограммы Python-а.

```
def sum():
    s = 0
    while True:
        s += (yield)
        print(s)
```

```
s = sum() // s будет типа генератор
s.send(None)
s.send(3)
3
s.send(5)
8
```

“(yield)” - yield-выражение (для приема данных)
yield <expr> - передать данные.

### Лекция 18 Go routines (Корутины в ГО):

Горутина это корутина, с ГОшным сборщиком мусора, может быть чисто параллельной (а может и не быть, например, для io-операций)
пример:
go f(x,y,z) (запускает f в отдельной горутине - потоке)
Механизмов передачи управления (типа там yield и др) нету (в отличии от сопрограмм Кнута-Конвея)

## Concurrency (взаимодействие между потоками):

В Го используются каналы. Канал - легковесный типизированный pipe с размером.
пример:
c := make(chan int) // создать канал
c <- 5 // отправить в канал 5
x := <- c // получить из канала данные (5)
make(chan int, 0) == make(chan int) - канал размера 0. Т е
При записи в канал он заблокируется, пока его кто-то не прочтет.
При чтении из канала он заблокируется, пока в него кто-то не запишет.
Т е пример выше вызовет дедлок.
Решение проблемы - make(chan, int, 1) // размер канала - 1 (capacity)

### Многопоточное суммирование массива на ГО:

```
a := [1,2,3,4,5,6,7,8,9]
func sum(s []int, c chan int) {
    cnt := 0
    for _, val := range(s) {
        cnt += val
    }
    c <- cnt
}
```

```
c := make(chan int)
go sum(a[0:len(a)/2], c)
go sum(a[len(a)/2:], c)
x := <- c
y := <- c
fmt.Println(x,y,x+y)
```

### Оператор Select-case

Смотрит какие из вариантов не залочены и выполняет случайный из доступных.

```
Select {
case <-c:       // варик когда канал не пуст, вероятно
    s1
case c <- x:    // а это варик когда канал не полон?
default:
    ...
}
```

Если вызов любого оператора залочит программу - вызовется default.

### Timeout через ГОрутины

```
timeout := make(chan bool)
go f(){
    time.Sleep(5 * time.Second)
    timeout <- true
}() // тут же объявили и вызвали функцию в другом потоке
for {
    select {
        case <- timeout:
            fmt.Println("Expired")
        default:
            S1
    }
}
```

функция, реализующая это за нас

```
c := time.After(5 * time.Second) // func After(d Duration) chan time
```

### Деревья на ГО

```
struct Tree {
    Left *Tree
    Right *Tree
    Value Int
}
func same(t1, t2 *Tree) bool // сравнить 2 дерева

func walk(t *Tree, c chan int) { … }
```

walk - функция обхода дерева (например в глубину)

same - вызывает walk - получает данные из каналов и сравнивает их

## Передача информации

Передача параметров

call P(arguments)

Фактические параметры -> Формальные параметры

Важно различать:

- формальный параметр — аргумент, указываемый при объявлении или определении функции.
- фактический параметр — аргумент, передаваемый в функцию при её вызове;

### Способы:

1. По значению
2. По результату
3. По значению/результату (комбинированный подход)
4. По адресу (ссылке) 5.По имени



### in-out семантика

1. IN

Перед Call фактические параметры -> формальные параметры

2. OUT

Перед Return формальные параметры -> фактические параметры (“перед Return” ⇔ до конца функции)

3. IN-OUT

Перед Call фактические параметры -> формальные параметры

Перед Return формальные параметры -> фактические параметры

#### Пример ADA:

(x: **in** integer

y: **in** integer

z: **in out** integer) - от этого отказались, потому что в разных компиляторах - разное поведение и программа выдавала непредсказуемые результаты

```
procedure P(x, y: in out integer)
    x := val1
    raise Error
    y := val2
```

P(A, A) - в разных компиляторах разное поведение

В современных ЯП обычно выбирают один-два способа передачи параметров:

1. Си - по значению
2. C++ - по значению и ссылке
3. В объектно-референциальных ЯП (типа питон): по значению (но надо помнить, что тут все значения - ссылки на объекты)

В некоторых языках можно явно указывать in, out, in-out семантику

#### В C#:

```
void f(ref int a) {
    a++;
}
int x;
f(ref x); // ошибка - x неинициализированная переменная
```

```
void f(out int a) {
    a++;
}
// насколько я понял тут ок
```

#### Пример передачи параметров по имени ALGOL60:

```
procedure P(x);
    integer x;
P(i)    P(a+b) // x будет a+b а не их фактическая сумма
```

Это похоже на макроподстановку

На этом языке нельзя (из-за такой передачи параметров) реализовать SWAP.

```
procedure P(x);
    integer x,y; integer tmp;
    begin
        tmp := x; x := y; y := tmp
    end
integer i;
integer A[1:10];
i=5;
swap(A[i], i); // не будет работать так как параметр не вычислится
swap(i, A[i]); // не будет работать так как параметр не вычислится
```

**Костыль**

thunk - процедура, которая передается, которая передается вместо параметров (??). Она вычисляет параметры внутри

# Лекция 19

- control flow
- data flow

-> - синтаксис вызова

## f(1, 2, 3) - позиционный способ вызова

void f(t1 x, t2 y, t3 z)
void f(int x, int y, int z)

## “Ключевой” способ именования параметров:

f(x : 1, z : 3, y : 2)

здесь удобно реализовать параметры по умолчанию.

В Python есть оба способа:
def fun(x, y, z)
def fun(*args, **kwargs)
*args - кортеж, **kwargs - словарь с ключевыми аргументами

## Переменное число параметров:

printf(“count = %5d\n”, cnt);
cout << “count = ” << cnt << endl;
cout << a[i] << i++;
(вывод не стандартизирован:
operator << (operator << (cout, a[i]), i++);
какой порядок вычисления параметров?)

| **Включение модулей:** | |
|---|---|
| Turbo Pascal | Модула-2 |
| uses M; | IMPORT M;<br>M.entity<br>FROM M IMPORT entity |

**В Oberon:**

.Writestring
InOut.Writestring(‘count’);
InOut.WriteInt(int);
InOut.WriteLn
Вывод громоздкий

**В ЯП C/C++:**

…
va_list
va_next

в случае ошибки нет безопасности

**В ООЯП:** (чисто ОО ЯП)

Object
↑
Integer(i)
Int32(i)

(Тогда переменное число параметров - это массив из Object-ов)

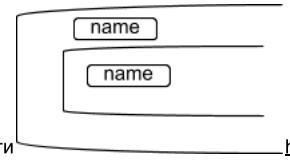
void f(int x, params Object[] args)
params T[] args
void f(T ...args)
f(x, y, z) => T[] args

---

## Перегрузка (Overloading)

Область видимости:

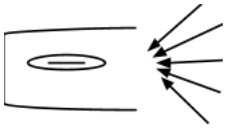

Вложенные области видимости




hiding (скрытие)



Это не очень хорошая ситуация
T name (T1 x, T2 y)
T name (T1 x, T2 y)
В классе наследнике Это override (замещение)
Перегрузка стандартных операций на самом деле уже была в Си, Pascal… : +, *, …
Имена из разных пакетов:



Возвращаемое значение не учитывается при разрешении перегрузки в ЯП C++, Java, C#, …(T.e. нельзя перегружать функции, изменяя исключительно тип возвращаемого значения.)
Но В Ada:
function F return Boolean;
function F return Float;
if F then
d := F * 3.0
Функции в Ada можно вызывать только в контексте выражения.
В Java знаки операций перегружать нельзя.
В C# арифметико-логические операции можно, экзотические - нет.
“=” нельзя, потому что это операция над ссылками
T + T - это обязательная статическая функция static …

### Поиск подходящей функции:

```
package M is
        TYPE T is … ;
        function “+” (X, Y: T)
                return T;
end M;
A : M.T
A, B, C : M.T
C := A + B (ошибка)
C := M. “+”(A, B) (правильно)
```

так писать в больших выражениях неудобно.
В ЯП с областями видимости и перегрузкой стандартных знаков операций есть проблема:

```
#include <iostream>
cout << “Hello, world” << endl; (ошибка)
std::cout << “Hello, world” << std::endl;
```

<< - ведь это тоже в std лежит! (как мы это увидели!)
ostream & operator <<
Если компилятор видит функцию, он ее ищет сначала в текущей области видимости, затем в том пространстве имен, где лежат типы ее параметров.

```
namespace M1 {
        class X {...};
        void f(X);
}
M1::X a;
f(a)    //правильно (ошибки нет)
using T = std::cout;
```

новое имя (переименование)?

## Лекция 20

Javascript
var o = {} //пустой объект
function f(x) { return x + 1 }
o.g = f
o.g(1)
o.g() //будет передан undefined
o.g(1, 2, 3)
function ff(i, j){...}
o.g = ff (“перебивание”)
При описании функции у глобального объекта появляется свойство
Как таковой перегрузки нет.
В Python:
У нас есть { *args }, и перегрузка не нужна.
{**KWargs}
Настоящая перегрузка -- это перегрузка по типу…
статическая типизация

## Подпрограммный тип

В языке Си -- это адрес (как и в ассемблере)
В Oberon, Pascal… : (есть процедурный тип)
TYPE PP = PROCEDURE (VAR: INTEGER; REAL);
аналогично строке на Си:
typedef void (*pp)(int, double);

PP x;
void foo(int &i, double d) {...}
x = foo;
void (*signal)(int sig, void (*h)(int))
(int sig);
Но нужно:
typedef void (*handler)(int sig);
handler signal(int sig, handler h);

Как передавать функцию в качестве аргумента другой функции?
Если нет процедурного типа, можно использовать generic-и (если они есть). (Так делалось в Ada до 95-го года)
В Ada 95 введен подпрограммный тип, указатель не только на объекты из динамической памяти, потому что нужно общаться с внешним миром… API ОС на ЯП Си

Анонимные функции:

var g = function(x, y) {return x + y;}
g(1, 2) -> 3

## Замыкание: (closure)

```
function make_incr(n) {
        function adder(x) {
                return x + n;
        }
        return adder;
}
var x = make_incr(3);
var y = make_incr(10);
```

Можно производить:

```
function make_incr(n) {
        return function(x) {return x + n;}
}
```

Python:

```
def make_incr(n):
        return lambda x: x + n
```

В новом JavaScript:

```
------||------
        return x => x+n;
------||------
```

(список параметров) => блок.
Это механизм lambda-функций.
lambda-исчисление Чёрча: λx.x λx.λy.x+y

(LAMBDA (X Y)(+ X Y)) в Lisp
Это выражение дает результат: анонимная функция
(LAMBDA (X) (+X N))
Переменная n захвачена
В некотором смысле это синтаксический сахар.



Появление лямбд:

Java - 2014
C# - 2002 (08?)
C++ C++11
Роль анонимных функций в C++ могут играть функторы

```
size_t count_if(it1, it2, f){
        auto cnt = 0;
        while (it1 < it2)
                if (f(*it1++))++cnt;
        return cnt;
}
```

```
bool f(int i) {return i >=0;}
vector <int> v;
size_t c= count_if(v.begin(), v.end(), f);
class FunctorN {
        int _n;
public:
        FunctorN(int N): _n(N){}
        int operator()(int x) {return x + _n;}
}
FunctorN x(3), y(10);
```

lambda-функции в C++

count_if(v.begin(), v.end(), [](int i) { return i >= 0; })
[захват](список аргументов)модификаторы -> rettype {блок выраж-в}
rettype - он может автоматически определяться компилятором, но не всегда
Компилятор фактически создает анонимный функтор.
Захват
[список захваченных переменных]
id, &id, this, = , &
^
|
область действия не расширяется
[a, &] (Такая запись значит захватить a по значению, а всё остальное — по ссылке.)

# Лекция 21

## Функции как объекты первого порядка.

c# вышел в 1999 году.
2.0 - 2003.
3.0 - 2008.
7.0 - 2017

Java - 2005.
2014 - появились λ-функции.

В 1999 в c# уже были delegate (делегаты).
System.Delegate
System.MulticastDelegate

### Синтаксический сахар в c#:

```
        try {
           …
        } finally {
           …
        }
        using(var a = new X()) {
           …
        }
delegate int f(int i);
// теперь f - имя типа
```

```
f g;
// g нужно присвоить адрес метода
int k = g(0);
```

Пример:

```
class Y {
        public static int ff(int i) { … }
        public int fff(int i) { … }
}

Y y;            // ? = new Y(); ?
g += Y::ff;     // ? g += Y.ff; ?
g += y.fff;
```

Операции над MulticastDelegate:

- () - рассылка // т.е. вызов метода
- = - инициализация
- += - подписка
- -= - отписка

## События

*Событие*, это не что иное, как ситуация, при возникновении которой произойдет действие или несколько действий. Говоря языком программного моделирования, *Событие* — это именованный делегат, при вызове которого будут запущены все подписавшиеся на момент вызова события методы заданной сигнатуры. Само событие имеет определенную структуру.
Example:

```
class ClassCounter  //Это класс - в котором производится счет.
  {
    public delegate void MethodContainer();

    //Событие OnCount с типом делегата MethodContainer.
    public event MethodContainer onCount;

    public void Count()
    {
      for (int i = 0; i < 100; i++)
      {
        if (i == 71)
        {
          OnCount();
        }
      }
    }
  }
  class Handler_I //Это класс, реагирующий на событие (счет равен 71) записью строки в консоли.
  {
    public void Message()
    {
      //Не забудьте using System
      //для вывода в консольном приложении
      Console.WriteLine("Пора действовать, ведь уже 71!");
    }
  }
```

```
class Handler_II
 {
   public void Message()
   {
     Console.WriteLine("Точно, уже 71!");
   }
 }


class Program
 {
   static void Main(string[] args)
   {
     ClassCounter Counter = new ClassCounter();
     Handler_I Handler1 = new Handler_I();
     Handler_II Handler2 = new Handler_II();

     //Подписались на событие
     Counter.onCount += Handler1.Message;
     Counter.onCount += Handler2.Message;
   }
 }
```

Комментарий: опять же - отсюда непонятно, что это за событие - и чем он отличается от делегата (если убрать event - код будет работать, обычные делегаты в шарпе - мультикаст). Кратко - event - это механизм защиты мультикаст делегата, который мы считаем событием. event скрывает исходный делегат (делает его private) и перегружает += -= делая их потокобезопасными. Теперь, везде, кроме класса создателя мы можем только подписаться на событие, но не можем, например, его вызвать

### В 2003 году появились обобщения:

```
delegate R foo<T,R> (T x);
```

Что это такое по сути? Это заготовка для генерации объявлений.
В стандартной библиотеке описано:

```
delegate R Funct<T,R>(T x);
```

### 2003 год - появились анонимные делегаты:

```
Func<int,int> f = delegate (int i) { … return …; }
```

Это параметрические делегаты, доступные из system. Первые n параметров входные значения, последнее - выходное. void - нельзя, для этого есть Action

### В 2008 году появились λ-выражения:

```
Func<int,int> f = (x) => x+1;          // => { return x+1;}
```

Обычные формулы можно объявлять так же.

## LINQ

```
class LINQQueryExpressions
{
  static void Main()
  {
    // Specify the data source.
    int[] scores = new int[] { 97, 92, 81, 60 };
    // Define the query expression.
    IEnumerable<int> scoreQuery =
      from score in scores
      where score > 80
      select score;
    // Execute the query.
    foreach (int i in scoreQuery)
    {
      Console.Write(i + " ");
    }
  }
}
// Output: 97 92 81
```

Аббревиатура LINQ обозначает целый набор технологий, создающих и использующих возможности интеграции запросов непосредственно в язык C#.

# Лекция 22

Java:
double Integrate(double A, double B, double EPS, Integrand (это интерфейс) i)
interface Integrand { double F(double x);}

## Вложенные классы в Java:

Если связь между объектом внутреннего класса и объектом внешнего класса не нужна, можно сделать внутренний класс статическим (static). Такой класс называют вложенным (nested).
Применение статического внутреннего класса означает следующее:

- для создания объекта статического внутреннего класса не нужен объект внешнего класса
- из объекта вложенного класса нельзя обращаться к нестатическим членам внешнего класса

Вложенный класс имеет доступ к членам своего внешнего класса, в том числе и к закрытым членам. Однако, внешний класс не имеет доступа к членам вложенного класса. Вложенный класс при этом является членом внешнего класса.
Статический класс объявляется ключевым словом **static**. При этом класс должен обращаться к нестатическим членам своего внешнего класса при помощи объекта, т.е. он не может обращаться напрямую на нестатические члены своего внешнего класса. На практике подобные классы используются редко.

```
class Outer {
        *
        (class Inner {...} ) -  что блин это значит в лекциях?
        void foo() {
                int n;
                class Inner { … n … }
        }
        …
}
```

## Внутренние классы

Есть вложенные классы (nested) и внутренние классы (inner). nested == inner static. Внутренний класс имеет доступ ко всем переменным и методам своего внешнего класса и может непосредственно ссылаться на них. Внутренние классы создаются внутри окружающего класса:

```
// внешний класс
class Outer {
   int outer_x = 9;
   void test() {
      Inner inner = new Inner();
      inner.display();
   }
```

```
// внутренний класс
   class Inner {
      void display() {
         Log.i(TAG, outer_x); }
} }
class MainActivity...{
   // В методе onCreate() активности
   Outer outer = new Outer();
   outer.test() }
```

Внутренний класс **Inner** определён в области видимости класса **Outer**. Поэтому любой код в классе **Inner** может непосредственно обращаться к переменной **outer_x**. Когда мы создаём экземпляр класса **Outer** и вызываем метод **test()**, то создаём также экземпляр класса **Inner** с вызовом метода **display()**.
Кстати говоря, внутренний класс можно определить не только на уровне класса, но и внутри метода или внутри тела цикла.
Если понадобится создать объект внутреннего класса не в статическом методе внешнего класса, тип этого объекта должен задаваться в формате ИмяВнешнегоКласса.ИмяВнутреннегоКласса.
Объект внутреннего класса связан с внешним объектом-создателем и может обращаться к его членам без каких-либо дополнительных описаний. Для внутренних классов доступны все элементы внешнего класса.
Если вам понадобится получить ссылку на объект внешнего класса, запишите имя внешнего класса, за которым следует точка, а затем ключевое слово **this**.

### Анонимные классы:

```
Button btn = new Button() {
        protected void OnClick() { … } }
class Outer {
        protected Button Make_Btn() { return new Button() { … тут захват (вероятно, объекта полученного из new
Button() ?) }
        … }
```

Существует разновидность внутреннего класса, которая называется анонимным классом, так как у него нет имени. Подобные классы очень часто встречаются в примерах на Android. Например, когда вы пишете код для щелчка или других событий.

```
seekBar.setOnSeekBarChangeListener(new SeekBar.OnSeekBarChangeListener() {
   @Override
   public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int i, boolean b) {   }
   @Override
   public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) {  }
   @Override
   public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {   }
});
```

В этом коде вы используете конструкцию **new SeekBar.OnSeekBarChangeListener()**, но обходитесь без создания переменной для этого класса.

### Обобщения (2005 г.):

аннотация:

```
@FunctionalInterface
interface Foo {
        int bar (int i);
}
```

С 2014 года - появились lambda-выражения:

```
(int x) -> x+1 или
(int x) -> {return x+1;
```

Для реализации интеграла:

```
interface Foo {
        static double var(double i);
}
double Integrate(double A, double B, double Eps, Foo i);
```

Integrate(0.0, 1.0, 10e-8, (x)->x*x) или так:

```
Integrate(0.0, 1.0, 10e-8, new Foo() { public double bar(double x) {return x*x;}})
```

в нашем случае interface Foo - функциональный интерфейс, по сути - обертка какой-то одной функции для передачи ее в качестве аргумента. То есть по факту мы не передаем функцию, а передаем объект, который имплементирует этот интерфейс (а значит и нужную нам функцию)

### Ссылки на методы:

```
class X {
        public static double sqr(x) {return x*x; }
}
Integrate(0.0, 1.0, 10e-8, X::sqr),
coll.stream().map(x -> x * x).filter(x -> x % 2 != 0).sort(
(a,b) -> a - b).count()
         ^-------- получить поток
interface Comparator <T> {    int compare (T a, T b); }
class Person {
        private string _firstName;
        private int _age;
        public int get …
                … set …
                …
}
```

```
// coll это Map например
coll.stream().sort((p1,p2)->p1.GetName().compareTo(
p2.GetName()))
coll.stream().sort.comparing(Person::getName*())
options:
Person::getAge()
p->p.getName()
p->p.getAge()
.reversed (у Comparator - это <неразборчиво> по
умолчанию)
Реализация по умолчанию методов в интерфейсах
(default)
interface … {
        default int func() { … }
}
interface IDerived extends IBase { … }
```

# Лекция 23

## Модульность. Раздельная трансляция. Управление видимостью.

- физические модули
- логические модули

Первые логические модули в истории - подпрограммы. Виды трансляции:

1) Пошагово транслируемые: Basic, bash (в bash модульность не нужна)
2) Инкрементная трансляция. Интерактивные отладчики. Что-то поменяли, перетранслировали небольшой измененный кусок.
3) Цельная трансляция: стандартный Паскаль, изначальный JS

Зачем в JS появились модули (в 2015 г.)?
До этого эту (какую?) проблему решали библиотеки.
В Python, JS модульность можно реализовать средствами самого языка. Можно моделировать модули объектами.

4) Раздельная трансляция

Возникает понятия контекста трансляции (КТ). Это совокупность имен, полное знание о которых необходимо для трансляции (выполнения) данного куска программы. Откуда транслятор берет эту информацию?
Из декларации -- места, где объявляются (определяются) имена.
Единица Компиляции (ЕК) ~ модуль
(трансляции -----^     )
Каждую ЕК транслятор транслирует отдельно.
Раздельная трансляция:

- Независимая: ЕК ⇒ Транслятор ⇒ оттранслированная программа


- Зависимая: ЕК ⇒ Транслятор ⇒ оттранслированная программа
  ⇔
  Трансляционная библиотека

Рефлексивность: (во время выполнения известны все свойства объектов из исходного кода)

- нерефлексивные: Asm, C, C++, ADA, MODULA-2
- рефлексивные: C#, Java, ...

Совокупность объектных модулей -> ld \n link.exe ->компоновщик(редактор связей) -> .exe исполняемый файл
p.asm
p.c оба -> транслятор -> p.o (объектные модули?)
В C/C++ - раздельная, независимая трансляция
КТ (контекст трансляции) должен задаваться в тексте модуля.

В Ассемблере:
EXTRN имя.тип
WORD
FAR (?)
NEAR (?)
PUBLIC имя (считать имя внешним)

В ЯП С:
**p.c**
extern int X;
**m.c**
int X; // по умолчанию эта переменная будет экспортированна в общее пр-во имен

разрешено стандартом С:

```
module_1:
struct A { int x, y; };
void f (struct A *pa) { pa->x = 0; pa->y = 0; … }
```

```
module_2:
struct B {
        int foo, bar;
} b;
extern void f (struct B* pb);
f(&b);
...
```

C++, перегрузки, ф-ии члены, как их транслировать?

```
void f(int i);
void f(double d);
class X {
        void f(int i);
}
      ^---------------  X_f(X *const this, int i) { … }
```

Страуструп изобрел схему кодирования имен.
Это же самое на C++ не будет работать:

```
struct A, …
struct B
```

Modula 2:

```
// здесь могут быть только объявления
DEFINITION MODULE M;
  TYPE T = …;
  VAR X:T;
  PROCEDURE FOO (VAR BAR:T); END M;
```



```
// все переменные, объявленные здесь - внутренние
IMPLEMENTATION MODULE M;
  VAR PROCEDURE FOO (VAR BAR:T);
  BEGIN
    BAR p:= …
  END FOO;
END M;
```

```
IMPORT M;
VAR MY:M:T;
```

```
или:
FROM M IMPORT T;
VAR MY:T;
```

В Обероне вместо DEFINITION и IMPLEMENTATION пишется один модуль, а экспортируемые переменные помечаются '*'
В C/C++:

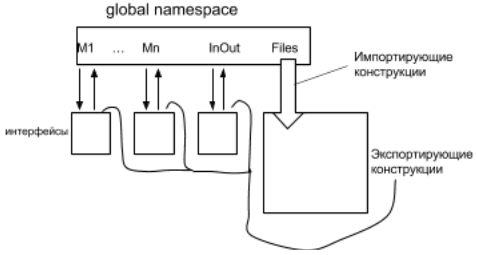
```
#ifndef (__M_H__)
#define __M_H__
....
#endif
```

Лекция 24

Видимости и все такое

## Односторонняя связь:

Так - в Oberon, M-2, Delphi
В C/C++ ⇒ M.h; include - аналог импортирующей конструкции




Видимость: потенциальная, непосредственная (через операцию уточнения (квалификаторы (**Квалификатор типа** (англ. *type qualifier*) — одно из зарезервированных слов const, volatile или restrict в языках программирования семейства Си. Мб под квалификатором видимости подразумевается private/public/…? ))
В Delphi, C/C++ имена в глобальном пространстве имен видны непосредственно и иногда это очень плохо
Delphi:

```
unit M:
interface:
        uses M1;
implementation:
        …
```

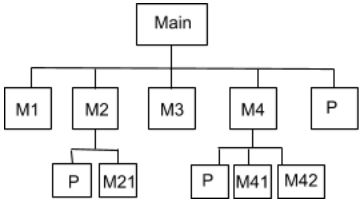
В Оберон, M-2 видимость потенциальная, после import'а.

## Общая схема:


Экспорт - фактически, broadcast
Импорт - точечный ⇒ связь - односторонняя

### Ada:

```
package M1 is
        … объявления
        …
end M1
^------ единица компиляции
package body M1 is
        …
        implementation
        …
end M1
^------ тоже единица компиляции
```




```
with P;
package M2 is
        … PT (раздельная трансляция?)
end M2;
```

```
package M2 is
        …
        package M21 is
                …
        end M21;
end M2;

package body M2 is
        …
        package body M21 is
                …
        end M21;
end M2;
```

**separate:**
**в одной единице компиляции:**

```
package body M2 is
        …
        package body M21 is separate // но здесь подсоединяются не только интерфейсная
                                     // часть M2, но и body из другой единицы
                                     //компиляции
                                  (см. далее)
end M2
```

**в другой единице компиляции:**

```
separate (M2)
        package body M21 is
                …
        end M21;
```

Рефлексия:
C# → IL (Intermediate language) → {JIT - компиляция} → бинарный код
Common **Intermediate Language** (сокращённо CIL) — «высокоуровневый ассемблер» виртуальной машины .NET. Промежуточный язык, разработанный фирмой «Microsoft» для платформы .NET Framework.
Есть библиотека, предоставляющая возможность компиляции “на лету”.
Java, C# - механизм модулей “выкинули на помойку”.
В одном модуле только один класс ⇒ много мелких модулей.

## Импорт в Java

Java: (файл) модуль ←→ класс
**package** - пространство имен, содержит классы внутри:

```
package имя;
class …
```

**import:**

```
import package_name;
```

но это делать необязательно

```
package M;
import java.utils.* или
import java.utils.comparator
```

(вместо import’а можно просто использовать java.utils.comparator)
static import package_name.class_name; → все статические члены класса становятся видимы непосредственно:

```
static import java.Math;
exp(x); // из java.Math
```

т.е. import в java - для удобства обращения к именам.



Лекция 25

## Средства инкапсуляции

то, что делает ЯП объектно-ориентированным.
“Упрятывание” деталей реализации.
АТД - абстрактный тип данных.
Это почти просто тип данных с операциями

ТД = множество значений + множество операций
АТД = множество операций (а множество значений - это уже детали)

Задавая множество операций, можно задать, например, алгебру

Упрятывание - средство статических ЯП. В динамических ЯП упрятывать нечего.
АТД есть даже в C: например, FILE *

Методы:
[ Интерфейс
[ Реализация ← все, что здесь не видно извне.

## Разделение интерфейса и реализации в Ада/Модула2

| Ada | Modula-2 |
|---|---|
| package P is<br>…<br>end P; | DEFINITION MODULE P;<br>TYPE T; //opaque, скрытый ТД (???)<br>END P.<br>// P.DEF |
| package P body is<br>…<br>end P; | IMPLEMENTATION MODULE P;<br>…<br>END P.<br>// P.MOD |

P.DEF:

```
        TYPE T;
```

В этом случае T должен быть либо указателем: либо целочисленным типом, размером с указатель.
IMPLEMENTATION:

```
        … REC …
        TYPE T = POINTER TO REC;
```

Ada:

```
type T is private; (в интерфейсе)
WITH P;
package Client is
        P.T;
        …
end Client;
```

Сделаем так: пусть компилятор знает, как устроен тип, но нам он не будет доступен.

```
package P is
        type T is private
                набор операций над типом T…
        private
                type T is record
                        TOP: INTEGER := 0;
                        ...
                end record
end P;
```

Что язык позволяет делать с АТД:
:=, =, /=

```
type T is limited private;
```

теперь :=, =, /= автоматически работать не будут

```
DISTANCE
TIME
SPEED
…
package P is
        type DISTANCE is separate;
        function “+” (T1, T2: DISTANCE) return …;
        function “/” (T1: DISTANCE, T2:TIME) return
SPEED;
        …
end P;
```

Наследование:

```
T       ====================⇒          S
^--BASE, SUPERCLASSS (тип, суперкласс)
^--------- SUBLCASS (класс, подтип)
```

В чем проблема наследования при инкапсуляции?
public/private.

NS ::
m.cs ⇒ m.obj

в C# namespaces не имеет ничего общего со сборками (как элементами дистрибуции)

### в Java есть пакеты

вложенные пакеты в Java существуют
подкаталогом (но это может быть нарушено)
project/subp1
    /subp2
⇒
project.subp1
project.subp2
class T {
    члены класса:
- данные (члены структур данных)
- операции (методы)

}
public/private?
В модулях было просто:

```
MODULE M;
    TYPE T* = RECORD // экспортируется
        X:INTEGER
        Y*: INTEGER
    END
    Z*:REAL
    PROCEDURE OP* (VAR X:T)
    PROCEDURE Helper(X:T)
end M.
```

### Расширение типа:

в модуле M:

```
TYPE T1 = RECORD(T)
    …
END;
```

вне модуля:

```
TYPE ST = RECORD (M.T)
    ....
END:
```

здесь нет **protected**
В событийном программировании без этого не обойтись.

```
class EventEmitter {
    protected:
        virtual void E1Handler(...);
};

class MyEmitter : public EventEmitter {
    protected:
    virtual void E1Handler(...) {... }
};
```

### Приватные виртуальные функции в C++

В ЯП C++ можно переопределять виртуальные приватные функции (но это уже нарушение инкапсуляции).
В C# - нельзя. Там private function не может быть virtual
В Java:

```
class EventEmitter {
    ....
    private void foo () {...}
};
```

```
class MyEventEmitter extends EventEmitter {
    public void foo() {...};
}
EventEmitter x;
x = new MyEventEmitter;
x.foo()  // ошибка
```

# Лекция 26

```
x : f() Y ⇦X        f()
X x = new Y()       new X()
X.f() // Y.f()      X.f()
? what ?
```

## Мультиметоды:

T1 T2
r @s.f() // ?
Геометрические фигуры:
Draw()
Intersect()
s1.Intersect(s2) ← это плохо тк при добавлении новой фигуры эту функцию придется дописывать

В Ada:
procedure P(X1:T1 ‘class; X2:T2 ‘class)
P(a,b) - выбор нужного метода
Это - **мультиметод**
CLOS - Common Lisp with Object System - там есть мультиметоды
В библиотеках C++ мультиметоды моделируются шаблонами (Статически)



## Модификаторы доступа

### Оберон

В оберон только public/private

### Ада 95

В Ada 95 -- public / protected

```
package P is
    type T is tagged private;
    … operations …
private
    type T is record … end;
end P;
```

**В клиентском модуле:**

```
with P;
package Client is
    type ST is
    new T with tagged
        record … end;
            private
private
    type ST is  …. end record;
end Client;
```

Child package:

```
package P.Client is
    --- || ---
```

теперь private-часть P доступна в private-части пакета Client
т.е. private в P играет роль protected.

### C++

private, public, protected (часто бывают ситуации, когда классы как-то связаны между собой)

Проблемы с множественным наследованием:

```
  A     B
f() \  / g()
    X
```

[A f() -- виртуальная
[B g() -- виртуальная
[X - наследник

```
X x;
x.f(); // this→f ()
x.g() this → x со смещением

A *pa;
B* pb;

X x;
pa = &x; pa→ f();
pb = &x; pb→g();
```

### Друзья

friend прототип функции или функции-члена:

```
friend void foo(int)
friend void Y::var();
friend class Z;
```

### C#

(программа состоит из определений классов и интерфейсов)
public (доступно всем, для класс - означает экспорт из пакета)
private (закрыто для всех кроме функций-членов, как в C++)
internal (доступно из той же сборки)
protected (как в C++)

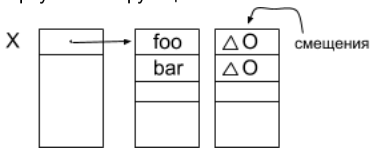
### Java

public
private
protected (!!! для функций членов - доступ всем из данного пакета)
пакетный доступ (если нет ключевого слова)

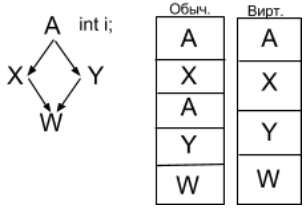
```
class X {
    protected virtual void f() {...}
}
class Y:X {
    protected override void f() {...}
}
class Z:X {
    protected override void f();
    void foo() {
        Y y = new Y();
        y.f(); // в C#, C++ доступно
}
```

В Java так нельзя (можно через ссылку на себя - ?)

Здесь компилятору нужны две таблицы виртуальных функций:



Виртуальное наследование:



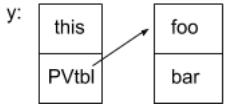

```
class X: public virtual A { int i; void f() {X::i = 0;} }
class Y: public virtual A { int i; void g() {Y::i = 0;} }

interface IX {
        void foo();
        int i {get;}
        int bar();
}
```

```
class X: IX (implements в Java) {      //наследование в Java - extends
        public void foo() {...}
        public int bar () {...}
        ...
}
```

Если X не реализует одну из функций интерфейса, он абстрактный (abstract class X)

```
X x = new X();
IX y = x;
```




# Лекция 27

## Обработка ошибок: исключения

throw
raise → в Unix посылка сигнала самому себе
Чем опасны исключения?

- Деструкторы: если они выбросят еще одно исключение

При выбрасывании исключения, стек "разворачивается", и все сконструированные объекты, находящиеся на стеке, разрушаются (вызываются их деструкторы). Соответственно, если из деструктора выбросится ещё одно исключение, то всё очень плохо (в плюсах в данном случае процесс аварийно завершается — abort()).

- Многопоточность

## Обобщенное программирование:

Влезать в само это понятие мы не будем
(**Обобщённое программирование**(англ. *generic programming*) — парадигма программирования, заключающаяся в таком описании данных и алгоритмов, которое можно применять к различным типам данных, не меняя само это описание. В том или ином виде поддерживается разными языками программирования. )
Статическая параметризация (типов) ⇒ статическая типизация ЯП
C++ - templates,
C#, Java - generics;
В Java с 2005 - generics;
В C++ классы и функции являются параметризируемыми объектами
В Java классы и их методы (м.б. отдельно)

### Ада

В Ада еще в 1980-х

```
generic
        type T is private
package Stack is
        …
end Stack;

package body Stack is
        //если нам нужен только размер T, то отдельно откомпилировать (до всех случаев <...>) можно.
end Stack;
```

трансляция должна быть раздельной (Одно из требований при разработке Ады было раздельная трансляция)

```
package INT_Stack is new
        package Stack(INTEGER) // or T ⇒ INTEGER
end INT_Stack;
```

можно сделать так же FLOAT_STACK, STRING STACK, …
Но если теперь нам нужно написать общую функцию sort?



```
generic
        type Arr is array(INDEX) of T
        type INDEX is range <>;
        type T is private;
        function “<”(x,y: T) return …
        boolean is (<>):
```

4 параметра у нас получилось.

### C++

```
template <class (or typename)  T> class Stack {...};
Stack<int> -- конкретизация шаблона
template <typename T, int size>
        class Stack {
        private:
                T[size] _body;
        public:
                Stack(); …
}
S.push(1);
```

Проблема конкретизации при раздельной трансляции:

```
template <typename T>
void sort (T* art, int l, int r)
{
        …
        if (a[i] < a[j])
                std::swap(a[i], a[j]);
        …
}
```

Компилятор в точке конкретизации должен иметь тело функции

```
Class C {...};
C arr[N];
sort (arr, 0, N-1); //компилятор здесь должен проверить, можно ли конкретизировать T=C, т.е. определены ли операции “<”, swap(), … )
```

Создателям C#, Java это не понравилось

### Родовые абстракции

Абстракция ⇒ обобщение (? в лекциях было “об-е”) шаблона
Конкретизация

#### Специализация шаблона:

- Полная - получаем конкретный класс
- Частичная - получаем новый шаблон

```
template <class T>
class Container {
        T x, y;
        void sort() { … x<y … }
};
```

T = const char *, x < y будет работать не так как мы хотим.

```
Container<const char *> c;
```

#### Полная (явная) специализация:

```
template  <> class Container <const char *> {  sort() {... strcmp(x,y)<0 ...)} };
```

Это похоже на наследование, но здесь мы можем полностью поменять интерфейс

```
Container <int> ci; // общая реализация
Container <const char *> cs; // наша отдельная реализация
```

#### Частичная специализация

```
template <typename T, comparer P> class Container <T*>
{
        void sort(Comparer P)
}
container <char*, std::comparer> cs;
container <int*, …> ci;
```

По умолчанию:

```
template <typename T, class comparer = std::less>; …
```

это позволяет компилятору выбирать эффективный код

SFINAE
ошибочная подстановка не является ошибкой
Т.е. если мы подставили в шаблон типы и получили ошибку, мы не завершаем компиляцию с ошибкой, а пробуем следующий вариант шаблона.

move-семантика

```
TT& operator = (TT&& t) {
        char * p = t._p;
        t._p = _p;
        _p = p;
        cout << "Hello, " << _p << endl;
        return *this;
}
```

IsPtr<T> :: Result либо
typedef struct{} Yes;
либо
typedef struct{} No;

```
template <typename T>
struct IsPtr {
        typedef Result No; // using Result = No;
        enum {r = 0;} ;
};
```

```
template <typename T>
struct IsPtr<T*> {
        typedef Result Yes;
        enum {r = 1;} ;
};
```

```
template <typename T>
struct IsArray {
        typedef Result No; // using Result = No;
        enum {r = 0;} ;
};
```

```
template <typename T, int n>
struct IsArray<T[n]> {
        typedef Result Yes;
        enum {r = 1;} ;
        enum {size = n};
        Etype = T;  (???)
};
```

Лекция 28

## Программирование на шаблонах

Задача:
описать шаблон struct Fib так чтобы
const int n=10;
cout << Fib <n> :: result; выдавалось n-е число Фибонначи

```
template <int n> struct Fib {
        enum {result = Fib<n-1>::result +
Fib<n-2>::result };
};      //общий случай
template <> struct Fib <0> {
        enum {result=1};
};
```

```
template <> struct Fib <1> {
        enum {result=1};
};
```

С факториалом аналогично.
пример шаблона:
std :: tuple <int, int, std::string> t(1,2, “tuple”);
std::get <0> (t) ⇒ 1
std::get <1> (t) ⇒ 2
std::get <2> (t) ⇒ “tuple”

## Const expression (C++11)

```
constexpr int a[] = {1,2,...,24}; // constexpr ← то, что может входить в константное выражение
constexpr int f(int i) {return i+1;}
const int n = f(5);
template <typename T, int n>
struct Sum {
        enum {result  =...}; // Дз - реализовать это.
};
constexpr int sum(int a[], int n) {
        if (n==1) return a[n-1];
        else return sum(a,n-1) + a[n-1];
}
cout << sum(a, sizeof(a)/sizeof(a[0]));
```

if constexpr
//условие проверяется во время компиляции, и false-ветки вообще не рассматриваются компилятором

```
…
~Stack() {
        if constexpr (IsPtr<T>::r)
        {
                /* текс clean (Yes) ...*/
        }
}
```

typedef char True; // sizeof == 1
typedef struct {char a[2];} False; // sizeof > 1
False IsPtr(...);
template <typename T>
True IsPtr(T*);
#define is_ptr(e) (sizeof(IsPtr(e))==1)



## Вариадические шаблоны

Вариадические (variadic) шаблоны - с переменным числом аргументов
template <typename ...Args> [class/function];
...Args - argument pack, его можно раскрыть: Args…
example:

```
template<class ... Types> struct Tuple {};
Tuple<> t0;           // Types contains no arguments
Tuple<int> t1;        // Types contains one argument: int
Tuple<int, float> t2; // Types contains two arguments: int and float
Tuple<0> error;       // error: 0 is not a type
```

pack expansion:

```
template<class ...Us> void f(Us... pargs) {}
template<class ...Ts> void g(Ts... args) {
   f(&args...); // “&args...” is a pack expansion
            // “&args” is its pattern
}

g(1, 0.2, "a"); // Ts... args expand to int E1, double E2, const char* E3
            // &args... expands to &E1, &E2, &E3
            // Us... pargs expand to int* E1, double* E2, const char** E3
```

функция суммирующая все свои аргументы:

```
template <int A, int … Args> int Sum() {
        return A + sum<Args …> ();
}

int Sum() {return 0;}

Sum <1,2,3> (); //out 6
Sum <1,2,3>; //out 1
```

печать аргументов (параметров):

```
void print() { cout << endl; }
template <typename Arg, … Args>
        void print (const Arg& a, const Args& … Args) {
cout << a<< endl; print (Args…); }

print (1,2.0, “line”);
```

out:
1
2.0
line
-std=c++14 (ключ компиляции, можно 11, 17, etc)

пример Головина:

```
template <typename … Args>
void print(const Args& … args)
{
        string sep (“\n”);
        ((cout<<args<<sep), …);
}                               ^-------- унарная свертка относительно “,”
```

C++17:

## fold expressions (выражения - свертки)

(init op … op пачка)
(пачка op … op init ) //init - изначальное значение
(пачка  op …)
(... op пачка)
Example:

```
auto SumCpp11(){
   return 0;
}

template<typename T1, typename... T>
auto SumCpp11(T1 s, T... ts){
   return s + SumCpp11(ts...);
}

And with C++17 we can write much simpler code:
template<typename ...Args> auto sum(Args ...args)
{
   return (args + ... + 0);
}

// or even:
template<typename ...Args> auto sum2(Args ...args)
{
   return (args + ...);
}
```

## Обобщенные функторы

std::function < R(Arg1, .., Arg B) >
int (bool, double)

Раньше:

```
int foo(int);
class X {
public:
        int f(int);
        static int g(int);
        int (X::*pm) (int);
};
```

```
int (*pf)(int) = X::g;
fg = foo;
X a;
a.*pm();
```

Теперь:

```
std::function<int(int)> func;
func =  //теперь можно присваивать все что угодно - и функторы, и указатель на функцию-член…
```

## std::bind

```
int add (int a, int b) { return a+b;}

std::function <int()> /* или auto */ func =
std::bind(add,1,9);
cout << func(); //10

int sub (int a, int b) { return a-b;}
auto func = std::bind(sub,9,-1);
```

<int(int)>
func(2) ⇒ 7

bind (sub, _2,_1)(9,1) ⇒ -8 //_1, _2 лежат в std::placeholders

<int(int,int)>

```
struct adder {
        int val = 0;
        int add(int i, int j) { return val = i+j; }
};
adder myadd;
```

```
std::bind (adder:add, myadd, _1, _2)(5, 6); //11

cout << myadd << val; //0
```

тк myadd передавался в bind по значению

```
template <typename T>
T& ref (T&& t) { return t;}

bind (&adder::add, std::ref(myadd), _1, _2)(5,6)

cout << myadd << val; //11

struct Functor() {
        int val = 0;
        int operator() (int i, int j) { return  val = i+j; }
};
Functor f;
bind(&f, 5, -1)
```

# Лекция 29

## Обобщенное программирование: C# и Java

Вариация обобщенных классов

### C#:

```
class Generic <T> {...}
var x = new Generic<int> ();
var y = new Generic<String>();
class Generic <T> {
        List<T> body = new List<T>();
        T Pop() {...}
        void Push(T x) {...}
}
```

```
var x = new Generic<int> ();
x.Push(1);
int k = x.Pop();

var y = new Generic<String>();
y.Push("line");
string s = y.Pop();
x.Push("Foo"); // compile-time error
int i = y.Pop();  // compile-time error
```



Что нужно знать о типе T компилятору при создании Generic?

```
class Generic <T> {
        const int maxsize = 128; // статическая константа
        T[] body = new T[maxsize];
        …
}
```

в C# для описания константного объекта, инициализирующегося в runtime, используется слово readonly
обобщенными могут быть делегаты.

```
delegate R Func<T,R> (T x);
Func<R> // делегат без параметров, возвращает тип R
Func <R, T>
System.Func // обобщенный делегат уже есть в библиотеке
System.Action // void  функция
```

Когда происходит генерация кода?
В C#, Java - в момент выполнения (JIT, Just-In-Time) (равно как и любой другой код)
Родовые абстракции поставляются в оттранслированном виде (промеж. код)

```
class X <T, U, V>
        where T: new T(int); // В C# означает, что T должен иметь конструктор от int
        // Другие примеры: "where T : class", "where U : struct", "where T : IComparable"
Generic <Integer> v = new Generic<Integer>;
v.Push(1); //~ v.Push(new Integer(1)); ← автоупаковка
Integer i = v.Pop;
int j = i;
```

// в Java в качестве T можно передавать только классы.
Что происходит во время вызова метода? (в данном случае - Push())
В родовой абстракции (откомпилированной) стирается тип( Something<T> компилируется в Something<Object>), заменяется на Integer и вызывается

Динамическая проверка типа

```
Generic g = new Generic();
g.Push("line"); // runtime error
class  Generic <T extends X> { //X = interface/class
        можно использовать все операции и свойства X
}
```

Нельзя создавать массивы объектов обобщенного типа

```
class  Generic < T> {
        Generic( T[] of) { body = of;}
        private T[] body;
}
```

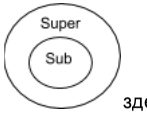
Обобщенный метод:

```
<T,R> R Func(T x);
```

# Механизмы вариации обобщенных классов

## ковариантность и контравариантность

```
class Super {... }
class Sub : Super {... }
```




здесь показан не функционал, а что-то типа кол-ва объектов входящих в этот класс

Sub является ковариантным относительно Super
Super является контравариантным относительно Sub

Ковариантность: Super = Sub
F(T): тип F зависит от типа T
в каких случаях?
class F<T> { … }
F ⇒ T[]
F ⇒ T*

## Ковариантность

из A ⇒ подкласс B
следует, что
F(A) ⇒ подкласс F(B)

## Контрвариантность

из A ⇒ подкласс B
следует, что
F(B) ⇒ подкласс F(A)

## Инвариантность:

F(A) и F(B) не имеют отношения друг к другу независимо от того, как сочетаются A и B

———————

C++

```
class B{...}
class A: public B{...}

B arrb [50];
A arra [50];
B *pb = arrb;
A *pa = arra;

pa = pb; // нельзя
pb = pa; // можно
```

⇒ в C++ классы ковариантны

C#

```
class B{...}
class A:B {...}; class C:B {...}

A[] arra = new A[10];
B[] arrb = new B[10];
arrb = arra; // можно
arra = arrb; // нельзя

arrb[0] = new C(); // массив из разных элементов?!
```

В runtime будет выброшено исключение, в Java - тоже

Массивы ковариантны в C++, C#, Java
^----------^ ← ------
readonly !

F(A) - ковариантный =>
A \in B

```
F<A> x;
F<B> y;
y = x; //ok
x = y; //not ok!
```

F(B) - контрвариантный =>
A \in B

```
F<A> x;
F<B> y;
y = x; //not ok
x = y; //ok!
class Product {
        int Price() {...}
        …
};
class Producer <T> where T: Product {
        T produce() {...}
};
class Consumer <T> where T: Producer {
        void consume (T x)  {...}
}
class ProdA: Product {...}
class ProdB: Product {...}

Consumer <Product> c = new …;
Producer<Product> p = new …;
Producer<ProdA> pa = new …;
Consumer<ProdB> cb = new …;
c = cb; ?
cb = c; ?
p = pa; ?
pa = p; ?
p=pa;
p.Produce() ⇒ ProdA
Product P= p.Produce();
pa = a; // NOT OK
pa.Produce()
ProdA x = pa.Produce() ⇒ Product

но в C#  эти классы инвариантны.
c = cb; // NOT OK
c.Consume (new Prod A); небезопасно
cb = c; // безопасно

здесь могла бы быть контрвариантность

Класс, в котором T только возвращается - ковариантен
Класс, в котором T только передается в качестве параметра - контрвариантен
В C# ко/контр вариантными могут быть интерфейсы:
interface IProducer <out T> { T Produce(); } //out -- interface ковариантен
Interface IConsumer <in T> { void Consume(T x); } // in -- interface контрвариантен
```



```
IProducer <Prod A> pA = new Producer <Prod A>
Producer <Product> p;
p = pA;
not pA=p;

аналогично для IConsumer:
cB = c;
not c = cB;
```

В C++ все классы инвариантны
Указатели - ковариантны.
В Java по-другому:

```
class ProdCons <T extends Product> {
        T Produce();
        void Consume(T x);
}
```

```
ProdCons <? extends Product // использ. как ковариантный класс //> p = new
ProdCons<ProdA>();
p.Produce();

ProdCons <? super ProdB> c = new
ProdCons<ProdB> //контрвариантность
c.Consume(new Product( ));

Generic<?> P
```

в 2х словах
C# in контрвариация, out ковариация
java extends ковариация, super контрвариация

---

Дополнения от Сергея :

Шаблоны похожи на макросы, это действительно просто шаблон, по которому потом генерится код. С точки зрения языка у шаблона нет собственного смысла — это просто кусок токенов (или чего-то такого). Смысл появляется, когда этот шаблон инстанциируется, причём у каждой инстанциации смысл отдельный. Проверяется код, который в результате сгенерится (и каждая инстанциация отдельно). Если ты шаблон ни разу не использовал, можешь написать внутри любой бред — ошибки не будет. Собственно, если вы понимаете, как работают макросы в C, то шаблоны в этом отношении очень похожи.

А дженерики — это просто типы (или функции, или ещё что-то), обобщённые относительно каких-то параметров времени компиляции (обычно типов). Их объявление само по себе компилируется, ошибки появляются именно в нём — причём сразу, независимо от того, где и как эти классы/функции используются. Система типов о них знает и понимает.

//////////
<Про вариацию в Java>: ...наверно, про это нужно думать как-то так:
? extends X кастуется к X, но ничто не кастуется к нему
X кастуется к ? super X, а оно к Object
GenericType<X> кастуется и к GenericType<? extends X> (он read-only, потому что вы не сможете создать ничего типа ? extends X), и к GenericType<? super X> (он почти write-only, потому что вы можете вытащить только object)
GenericType<? extends Derived> кастуется к GenericType<? extends Base> (ковариация), GenericType<? super Base> кастуется к GenericType<? super Derived> (контравариация), GenericType<Base> и GenericType<Derived> между собой не кастуются (инвариация)