Таблицы символов

Лекция №8

Цель

Добавить в язык поддержку пошаговых вычислений

1. Объявление переменных и констант
2. Присваивания
3. Вызов и объявление функций

Структура типичных ЯП

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

- Function def
- Class def
- Type def
- Constant def
- Variable def

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

- Function decl
- Class decl
- Type decl
- Constant decl
- Variable decl

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

Символы: именованные типы, классы, функции, переменные

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

Символы: именованные типы, классы, функции, переменные

Таблица символов — любая структура данных, позволяющая:

1. Определить символ с именем
2. Получить символ по имени

Терминология в грамматиках

1. Программа — program, translation unit
2. Определение — definition (def)
3. Объявление — declaration (decl)
4. Инструкция — statement (stmt)
5. Выражение — expression (expr)

- Assignment stmt
- Expression stmt
- Return stmt
- Import stmt

Обычно выполняются последовательно

Три парадигмы

Три парадигмы

1. Императивная — инструкции выполняются последовательно

Три парадигмы

1. Императивная — инструкции выполняются последовательно
2. Функциональная — порядок вычислений произвольный
   - Только зависимости фиксируют порядок
   - «Ленивые вычисления»

```
let r = System.Console.ReadLine() |> float

System.Math.PI * r * r |> printfn "%f"
```

Три парадигмы

1. Императивная — инструкции выполняются последовательно
2. Функциональная — порядок вычислений произвольный
   - Только зависимости фиксируют порядок
   - «Ленивые вычисления»

```
let r = System.Console.ReadLine() |> float

System.Math.PI * r * r |> printfn "%f"
```

Три парадигмы

1. Императивная — инструкции выполняются последовательно
2. Функциональная — порядок вычислений произвольный
3. Объектно-ориентированная — всё рассматривается как объекты

```
class Program {
    static void Main() {
        double r = double.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine(Math.PI * r * r);
    }
}
```

Обзор особенностей ЯП

Язык Python 2 — площадь круга

```
r = float(raw_input())
assert r > 0
print 3.141592653589793 * r * r
```

Язык Python 2 — площадь круга

```
r = float(raw_input())
assert r > 0
print 3.141592653589793 * r * r
```

В Python есть встроенные (builtin) символы

1. Тип `float`
2. Функция `raw_input`

Язык Python 2 — площадь круга

```
r = float(raw_input())
assert r > 0
print 3.141592653589793 * r * r
```

В Python 2 это отдельные инструкции:

```
assert_stmt = "assert", expr, [ ",", expr ] ;
print_stmt = "print", expr, { ",", expr } ;
```

Язык Pascal — площадь круга

```
program CircleSquare;
var r: real;
begin
   read(r);
   writeln(3.141592 * r * r)
end.
```

Язык Pascal — площадь круга

```
program CircleSquare;
var r: real;
begin
   read(r);
   writeln(3.141592 * r * r)
end.
```

Отдельный блок переменных

Язык Pascal — площадь круга

```
program CircleSquare;
var r: real;
begin
   read(r);
   writeln(3.141592 * r * r)
end.
```

read, writeln — встроенные функции

Язык Pascal — площадь круга

```
program CircleSquare;
var r: real;
begin
   read(r);
   writeln(3.141592 * r * r)
end.
```

- ";" — разделитель инструкций
- "." — завершает программу

Язык Java — площадь круга

```java
import java.util.Scanner;

public class CircleSquare {
    public static void main(String[] args) {
        double r = new Scanner(System.in).nextDouble();
        System.out.println(Math.PI * r * r);
    }
}
```

Язык Java — площадь круга

«Всё есть объект»

```
import java.util.Scanner;

public class CircleSquare {
    public static void main(String[] args) {
        double r = new Scanner(System.in).nextDouble();
        System.out.println(Math.PI * r * r);
    }
}
```

Язык Java — площадь круга

```
import java.util.Scanner;

public class CircleSquare {
    public static void main(String[] args) {
        double r = new Scanner(System.in).nextDouble();
        System.out.println(Math.PI * r * r);
    }
}
```

Две инструкции:

1. Объявление переменной
2. Вызов функции

Язык C — площадь круга

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    double r;
    scanf("%lf", &r);
    printf("%.6f\n", 3.14158 * r * r);
    return 0;
}
```

Язык C — площадь круга

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    double r;
    scanf("%lf", &r);
    printf("%.6f\n", 3.14158 * r * r);
    return 0;
}
```

1. Есть препроцессор
2. Лексер взаимодействует с процессором
3. Парсер получает готовые лексемы

Язык C — площадь круга

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    double r;
    scanf("%lf", &r);
    printf("%.6f\n", 3.14158 * r * r);
    return 0;
}
```

Внешние функции scanf / printf.

Реализации обеспечит компоновщик (linker)

Язык C — площадь круга (без #include)

```
extern int scanf(const char *format, ...);
extern int printf(const char* format, ...);

int main() {
    double r;
    scanf("%lf", &r);
    printf("%.6f\n", 3.14158 * r * r);
    return 0;
}
```

Внешние функции scanf / printf.

Реализации обеспечит компоновщик (linker)

Язык BASIC — площадь треугольника

```
INPUT X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3
A = SQR((X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2)
B = SQR((X2-X3)^2 + (Y2-Y3)^2)
C = SQR((X3-X1)^2 + (Y3-Y1)^2)
P = (A + B + C) / 2
S = SQR(P * (P-A) * (P-B) * (P-C))
PRINT S
```

Отдельные инструкции INPUT и PRINT

Проектирование языка

Выбор парадигмы

Императивный стиль

1. Последовательное выполнение
2. Есть переменные

Функциональный стиль:

1. Произвольный порядок — но с учётом зависимостей
2. Неизменяемые переменные
3. Минимум побочных эффектов

Проблема неиспользуемых выражений

```
r = float(raw_input())
r > 0
3.141592653589793 * r * r
```

Проблема неиспользуемых выражений

```
r = float(raw_input())
r > 0
3.141592653589793 * r * r
```

Решения:

1. Принять «как есть»
2. Запрет на уровне правил грамматики
3. Выводить предупреждения

Нужны ли top level инструкции?

```
public class Program {
    public static void main(String[] args) {
        double r = new Scanner(System.in).nextDouble();
        System.out.println(Math.PI * r * r);
    }
}
```

Решения на уровне грамматики:

1. Разрешить top level инструкции
2. Требовать точку входа

Переменные

1. Изменяемые или неизменяемые
2. Явное определение или неявное?
   - var x = 10 или x = 10
3. Разрешено ли переопределение?
4. Есть ли области видимости?

Ввод-вывод

Варианты реализации:

1. Отдельные инструкции:
   - `print_stmt = "print" expr`
2. Встроенные функции (объекты, модули)
3. Импорт функций (объектов, модулей)
4. Отдельные операторы
5. На уровне соглашений:
   - все вычисленные значения печаются в консоль

Язык Tiger

Объявление переменных и присваивание

```
/* Программа печатает "Hello, world!" */
let
 var greeting: string := ""
 var exclamation := "!"
 var space := " "
in
 greeting := concat("Hello", space);
 greeting := concat(greeting, "world");
 greeting := concat(greeting, exclamation);
 print(greeting)
end
```

EBNF для присваиваний

```
(* Выражения *)
expression = assignment_expression ;

(* Присваивание *)
assignment_expression = logical_or_expression
  | [ ":=", logical_or_expression ] ;
```

EBNF для объявлений переменных

```
(* Список объявлений не имеет разделителей *)
declaration_list = declaration, { declaration } ;

(* Объявление символа *)
declaration = variable_declaration
   | function_declaration
   | type_declaration;

(* Объявление переменной *)
variable_declaration = "var", identifier, [":", identifier], ":=",
expression ;
```

Объявление и вызов функции

```
/* Программа вычисляет площадь треугольника */
let
   function rectsquare(x1: int, y1: int, x2: int, y2: int): int =
       (x2 - x1) * (y2 - y1)
in
   printi(rectsquare(1, 3, 6, 7))
end
```

EBNF для вызова функций

```
(* Выражение, начинающеся с идентификатора: *)
(*   1. Литерал массива *)
(*   2. Выражение слева от присваивания (lvalue) *)
(*   3. Вызов функции *)
(*   4. Литерал структуры *)
name_expression =
  identifier, array_access, "of", expression
   | identifier, { array_access | field_access }
   | identifier, argument_list
   | identifier, "{", [field_initializer_list], "}";

arguments_list = "(", [ expression, { ",", expression } ], ")" ;
```

EBNF для объявления функций

```
(* Объявление функции *)
function_declaration = "function", identifier,
   "(", [ parameter_declaration_list ], ")",
   [ ":", identifier],
   "=", "expression" ;
```

Узлы AST

FunctionCallExpression

+Name: string
+Function: FunctionDeclaration
+Arguments: IReadOnlyList<Expression>

+Accept(visitor: IAstVisitor)

FunctionDeclaration

+Name: string
+Parameters: IReadOnlyList<ParameterDeclaration>
+DeclaredTypeName: string?
+Body: Expression

+Accept(visitor: IAstVisitor)

ParameterDeclaration

+Name: string
+TypeName: string

+Accept(visitor: IAstVisitor)

AssignmentExpression

+Left: Expression
+Right: Expression

+Accept(visitor: IAstVisitor)

VariableAccessExpression

+Name: string

+Accept(visitor: IAstVisitor)

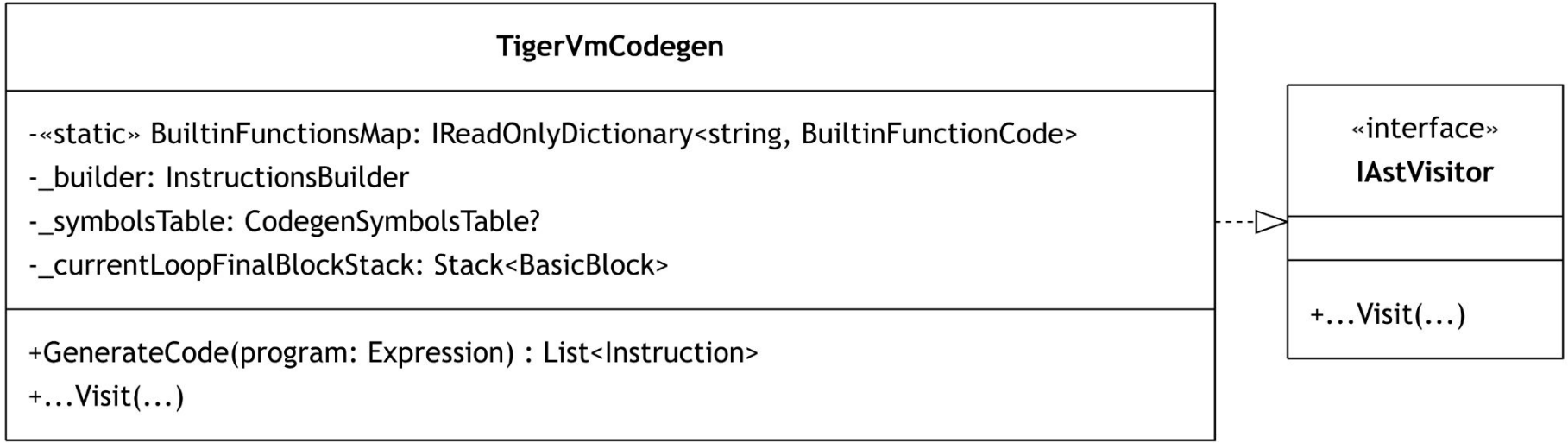
VariableDeclaration

+Name: string
+DeclaredTypeName: string?
+InitialValue: Expression

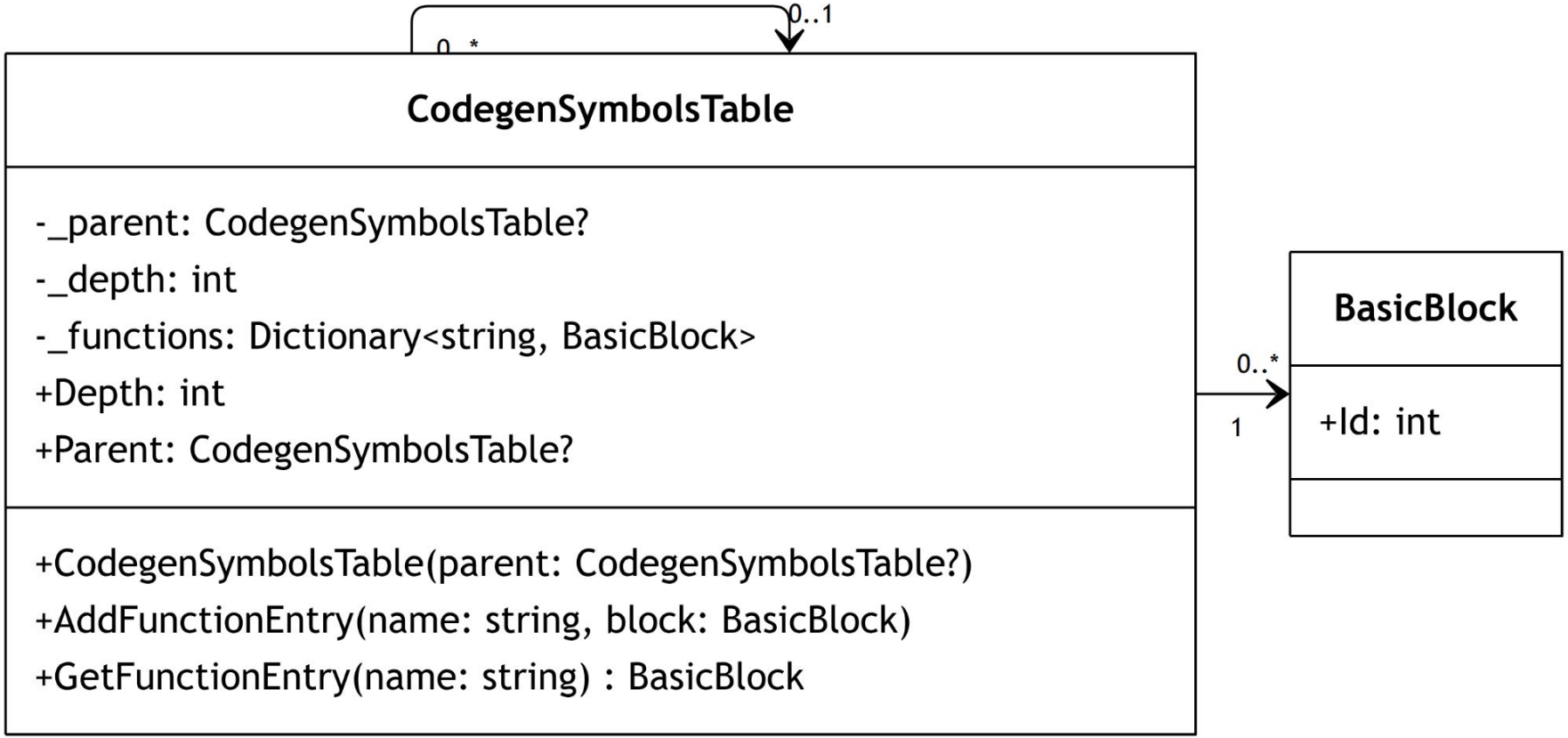
+Accept(visitor: IAstVisitor)

Детали реализации PsTiger

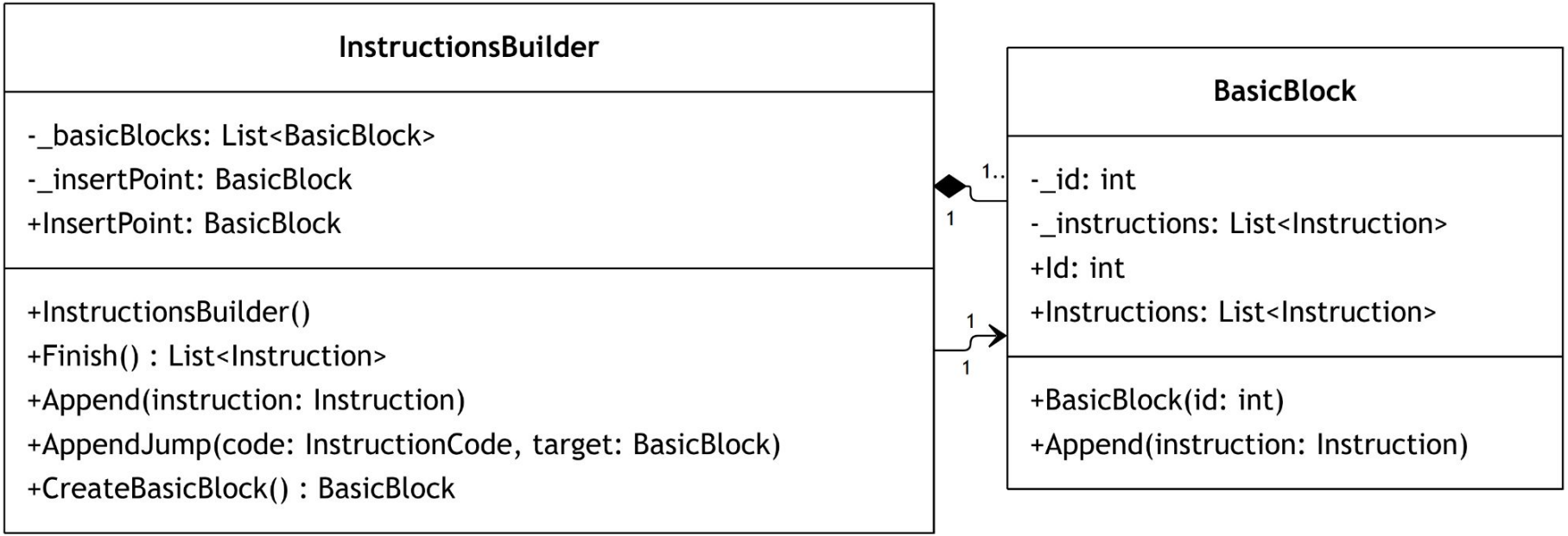
Visitor для генерации кода



Абстракция SymbolsTable



Абстракция BasicBlock



Конец.
Вопросы?