

Автоматный подход к определению операционной семантики языков предметной области

Ульяна Тихонова

Научный руководитель: Фёдор Александрович Новиков

Научный консультант: Mark van den Brand (TU/e, Нидерланды)

Кафедра «Прикладная математика» СПбГПУ

План диссертации

2

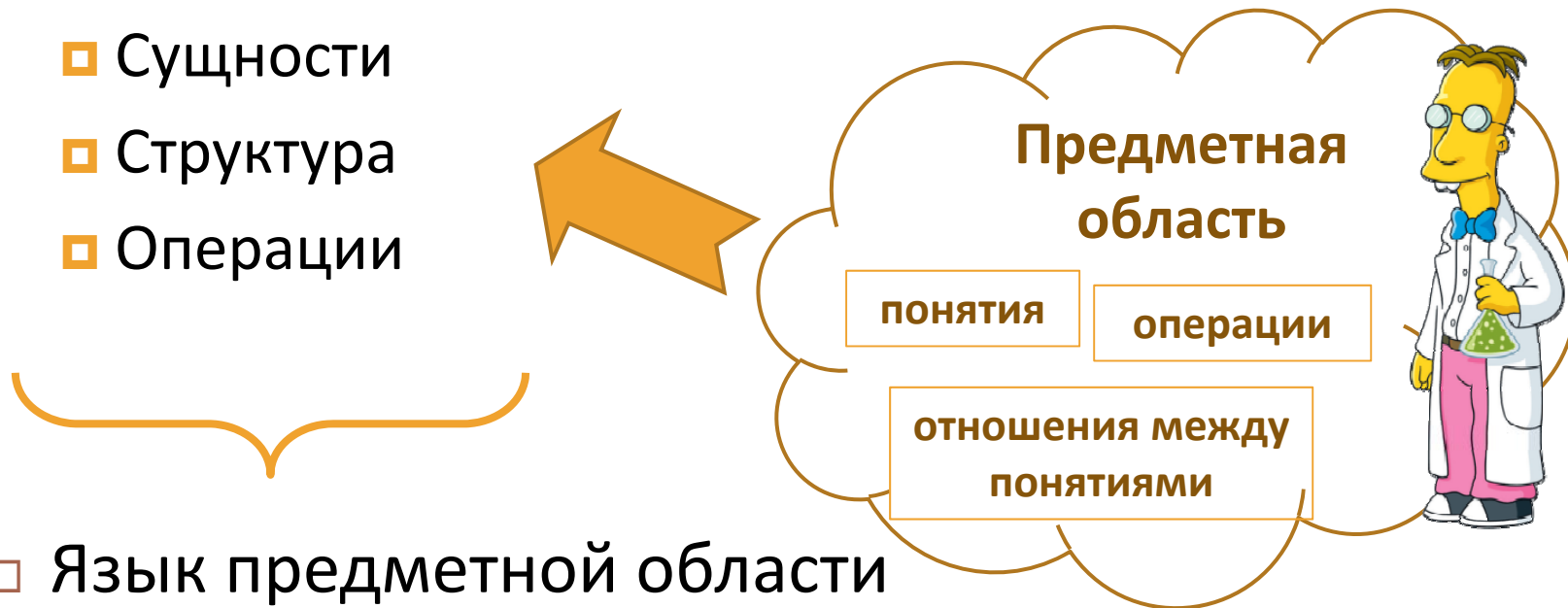
- Глава 1. Определение и реализация языков предметной области
 - 1.1. Составляющие языка предметной области
 - ✓ □ **1.2. Разработка управляемая моделями (Model Driven Engineering)**
 - 1.3. Автоматный подход к спецификации поведения
 - 1.4. Инструменты для создания языков предметной области
- Глава 2. Описание языков предметной области с помощью диаграмм классов и автоматов UML
 - ✓ □ **2.1. Определение метамодели языка**
 - ✓ □ **2.2. Расширение синтаксиса и семантики диаграмм автомата UML**
 - 2.3. Определение конкретного синтаксиса системой распознающих автоматов
 - ✓ □ **2.4. Определение операционной семантики системой интерпретирующих автоматов**
- Глава 3. Язык AutoLanD
 - 3.1. Метамодель языка AutoLanD
 - 3.2. Семантика языка AutoLanD
 - 3.3. Реализация метамодели языка AutoLanD в среде Eclipse
 - ✓ □ **3.4. Реализация семантики языка AutoLanD с помощью генерации исходного кода**
- Глава 4. Применение языка AutoLanD для определения языка AutoLanD
 - 4.1. Модель взаимодействующих автоматов
 - 4.2. Автоматы операционной семантики языка AutoLanD
 - ✓ □ **4.3. Компиляция автоматов языка AutoLanD**
 - 4.4. Результаты самоприменения

Язык предметной области (1)

3

- Язык программирования
- Исполняемый язык спецификаций

- ▣ Сущности
- ▣ Структура
- ▣ Операции



- Язык предметной области
- Domain specific language (DSL)

Язык предметной области (2)

4

- Language Oriented Programming
 - ▣ Разработка в терминах DSL
 - ▣ Разработка DSL
- Язык предметной области
 - ▣ Проектирование
 - ▣ Реализация
 - ▣ Сопровождение
- Отделение абстрактного синтаксиса и конкретного синтаксиса языка
 - ▣ Model Driven Engineering (MDE)

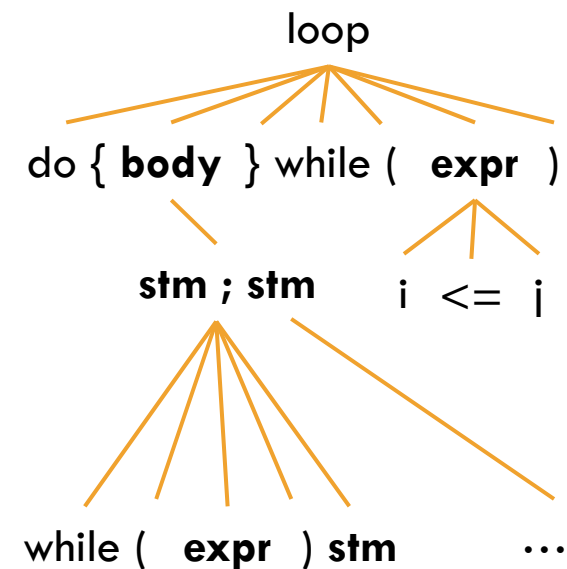
Разработка языка программирования: традиционный подход

5

- Контекстно-свободная грамматика
- Атрибутная грамматика

```
do {  
  while ( a[i] < p ) i++;  
  while ( a[j] > p ) j--;  
  
  if ( i <= j ) {  
    temp = a[i];  
    a[i] = a[j];  
    a[j] = temp;  
    i++; j--;  
  }  
} while ( i<=j );
```

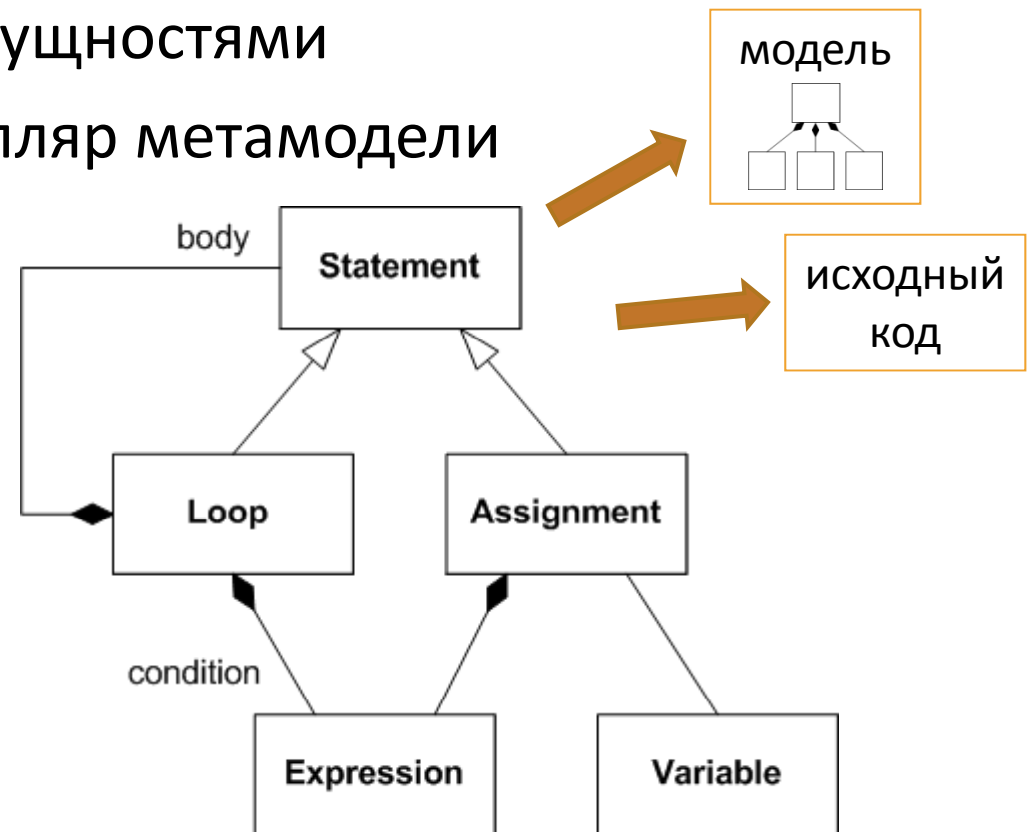
↓
транслятор
языка



Разработка управляемая моделями (MDE)

6

- **Метамодель**
 - ▣ Сущности (понятия, конструкции) языка
 - ▣ Отношения между сущностями
 - ▣ Программа – экземпляр метамодели
- **Реализация языка**
 - ▣ Трансформации модели
 - ▣ Генерация кода
- **Семантика**



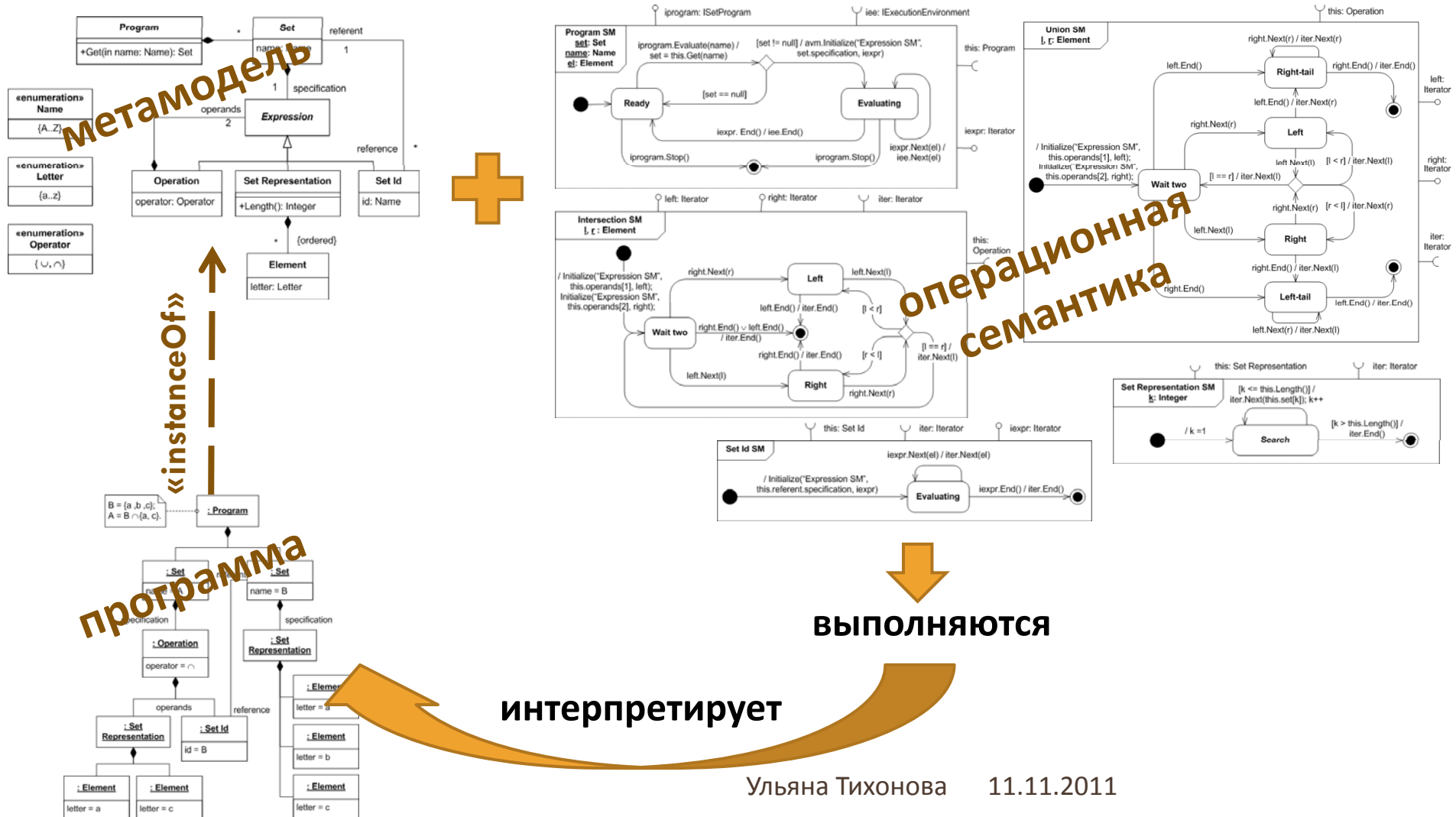
Идеи

7

- Явное описание семантики языка $\Rightarrow$ Реализация
 - ▣ Операционная семантика языка = интерпретатор
 - Описание = Реализация языка
 - ▣ **Исполняемая спецификация операционной семантики**
- Нотация
 - ▣ Унифицированный язык моделирования UML
 - ▣ Поведение: **диаграммы автоматов** (state machine)
-  **AutoLanD DSL: исполняемые диаграммы автомата UML**

Схема предлагаемого подхода

8

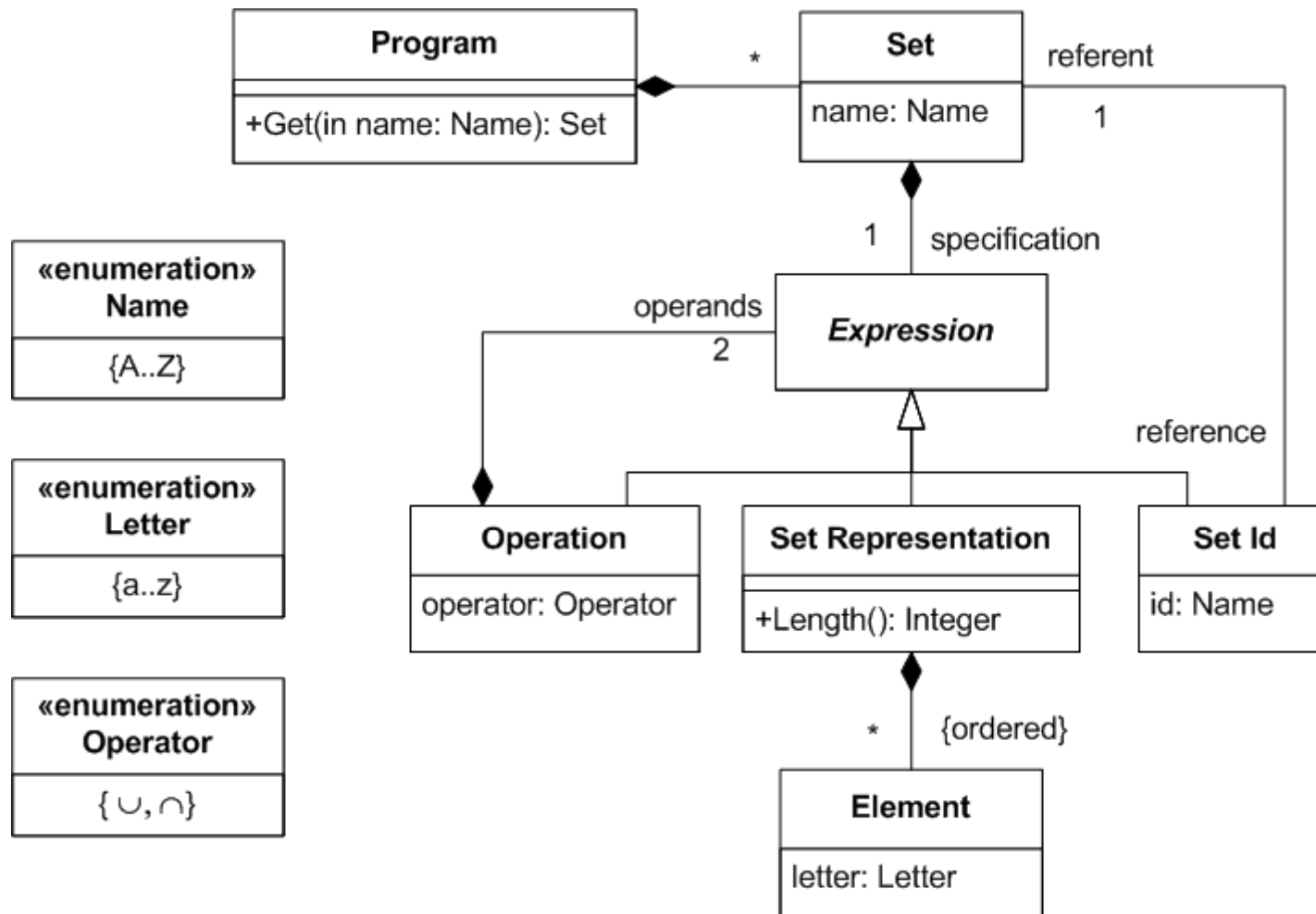


Ульяна Тихонова

11.11.2011

Пример: мини язык множеств

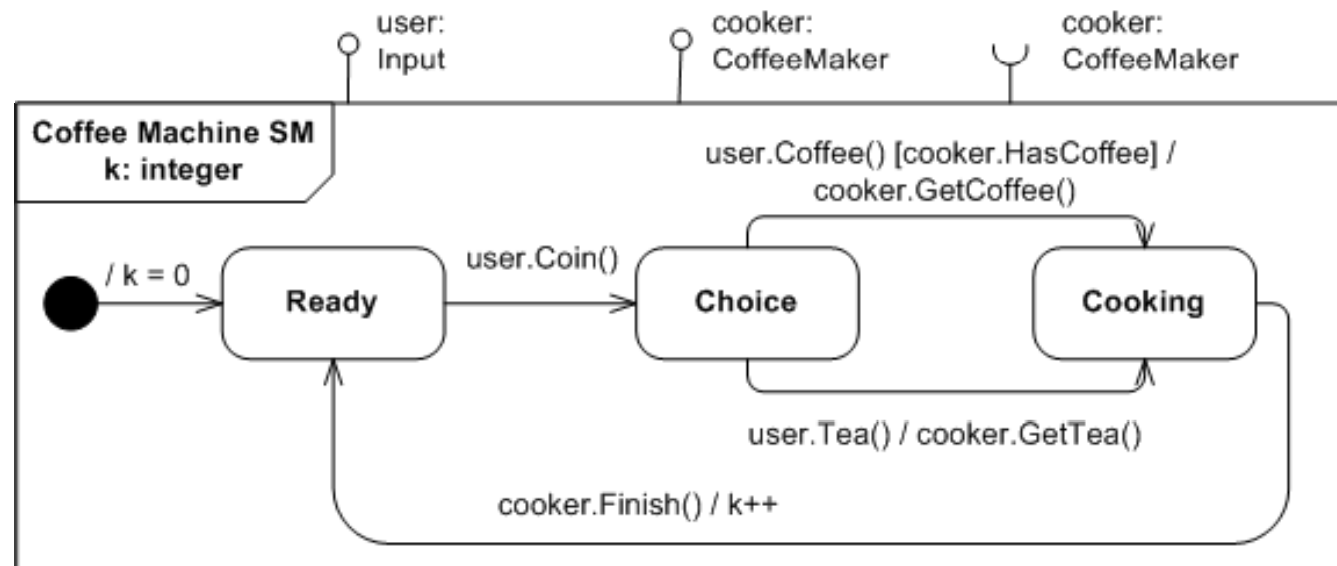
9



Диаграммы автомата UML

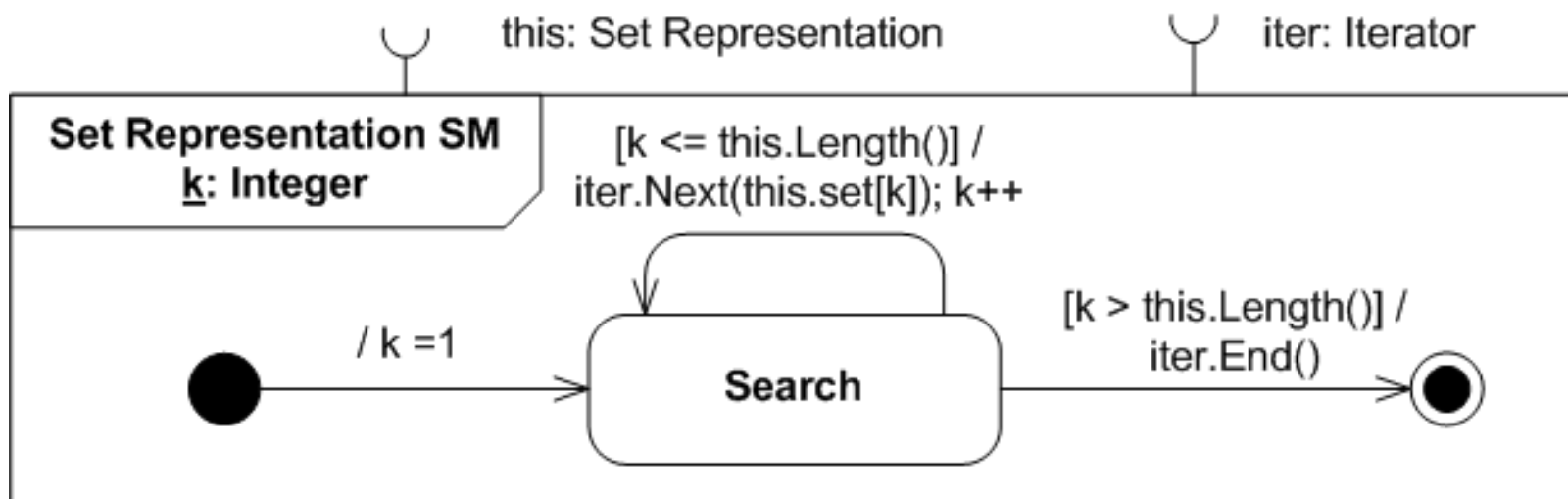
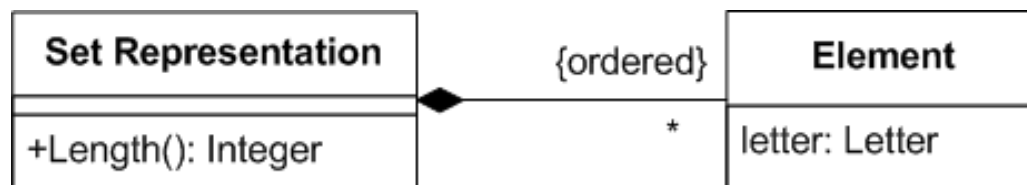
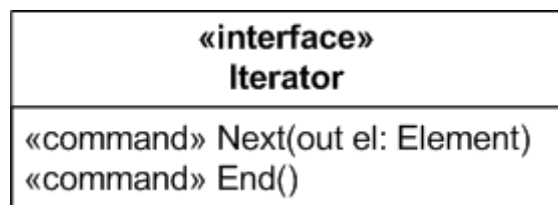
10

- Состояния
- Переходы между состояниями
 - ▣ Событие [Условие] / Действия
- Локальные переменные
- Интерфейсы взаимодействия
 - ▣ Предоставляемые
 - ▣ Требуемые



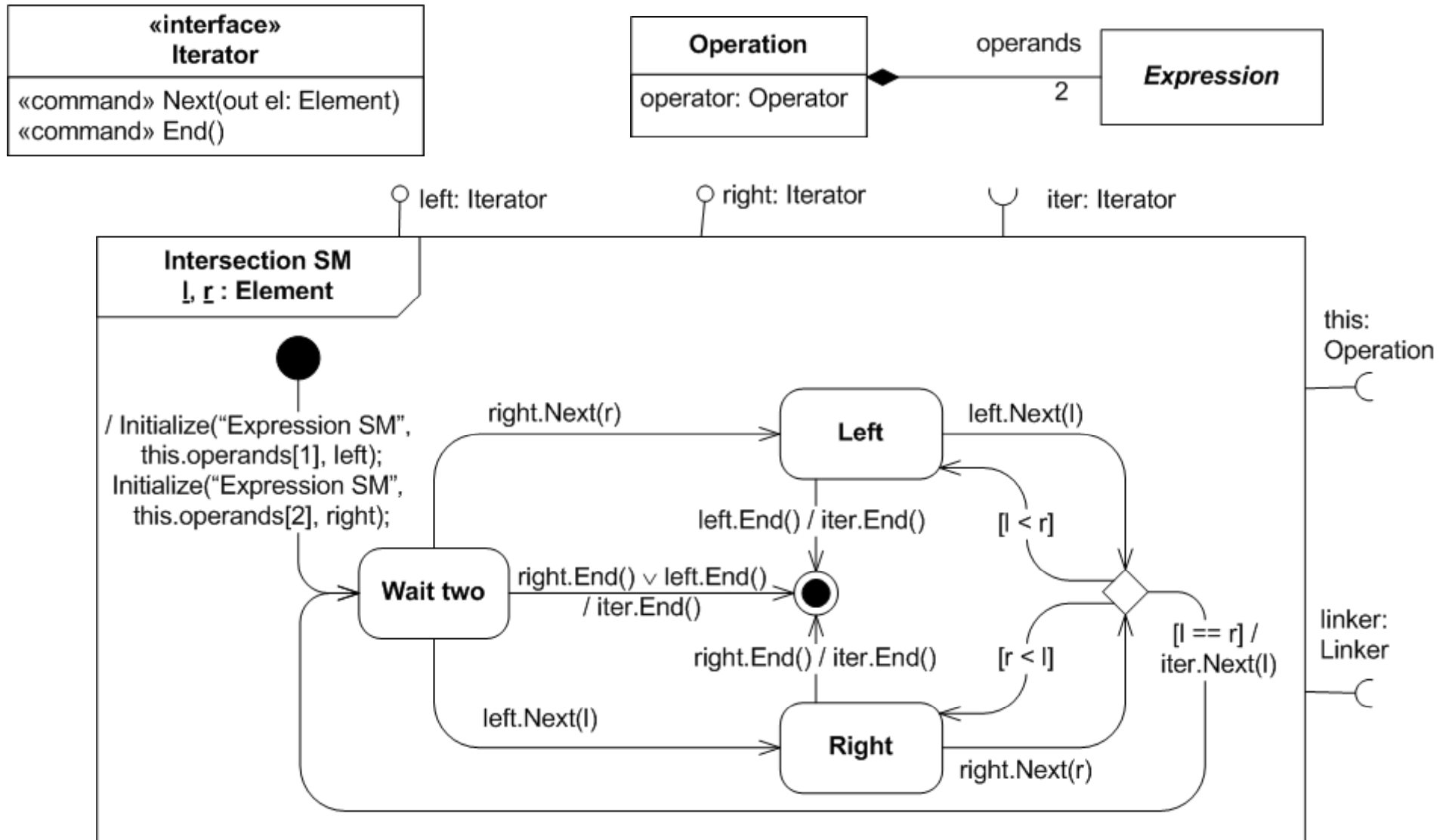
Семантика мини языка множеств: итератор множества

11



Пересечение двух упорядоченных множеств

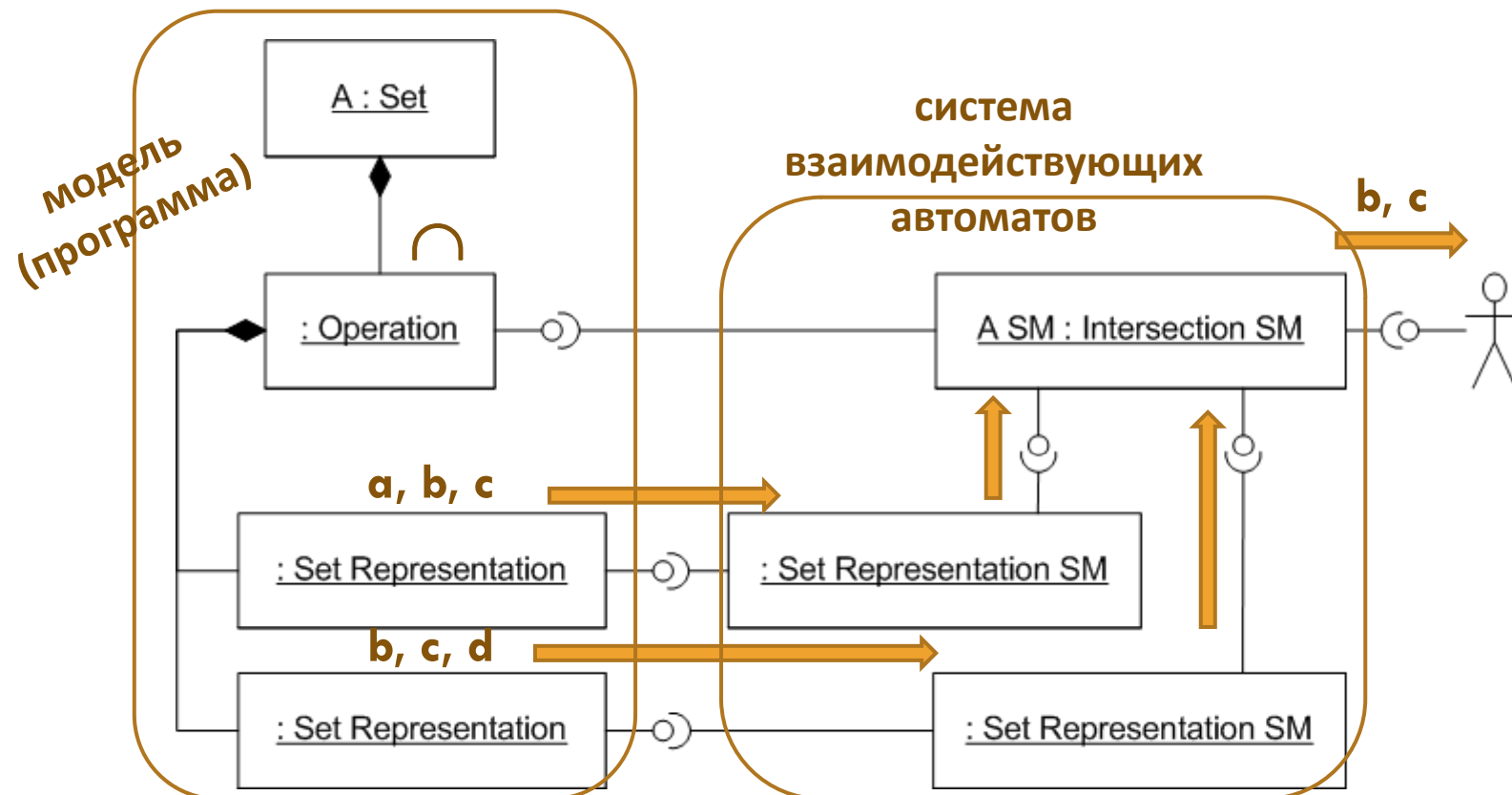
12



Компиляция в систему взаимодействующих автоматов

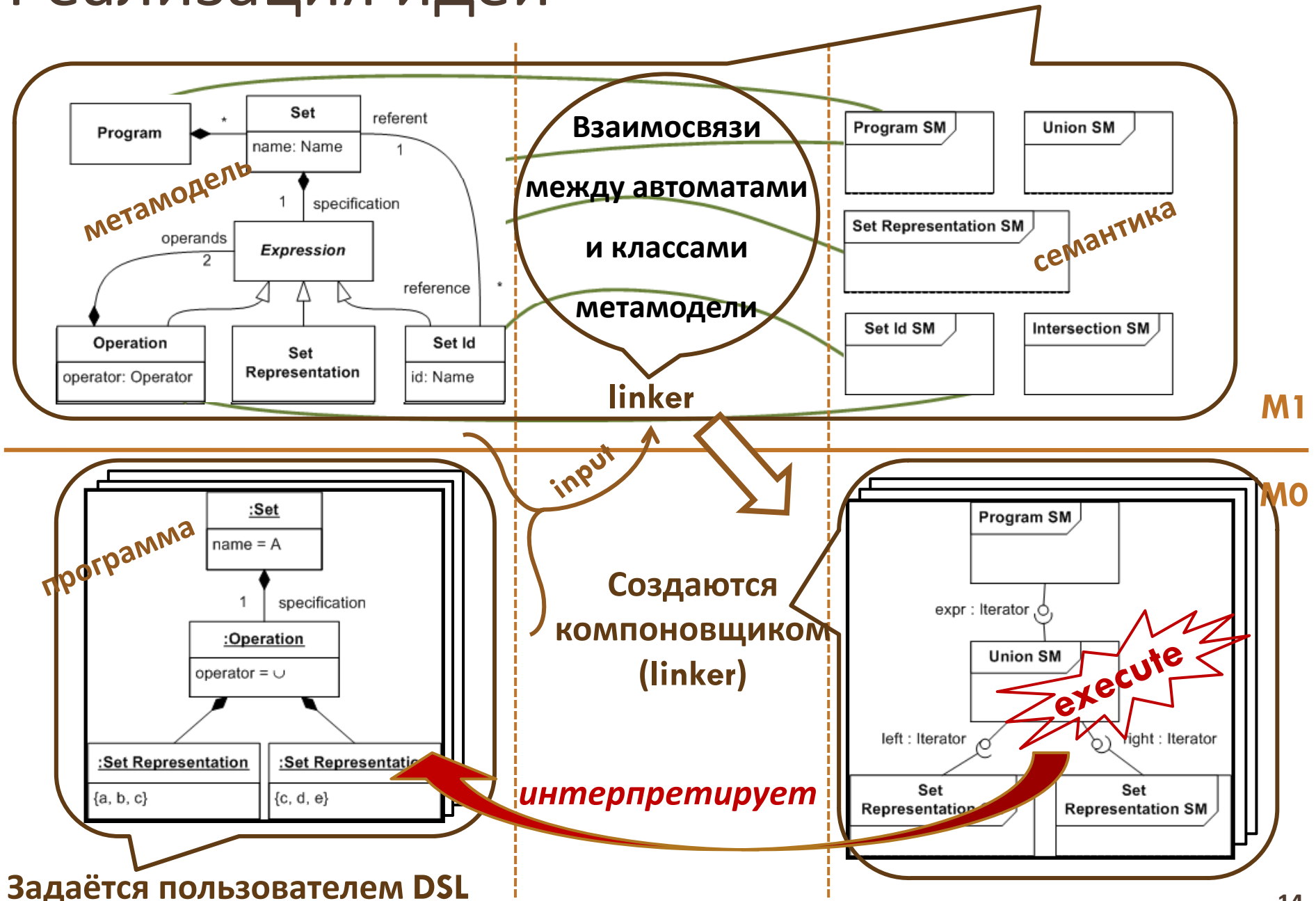
13

- Автоматы выполняются параллельно и независимо друг от друга
- Автоматы взаимодействуют через предоставляемые и требуемые интерфейсы



Реализация идеи

Определяется разработчиком DSL



Реализация языка AutoLanD

15

- Генерация Java-кода
 - описание автоматов $\Rightarrow$ их программная реализация
- Структурная операционная семантика (SOS)
- Применение языка AutoLanD к самому себе (bootstrapping, раскрутка)

Результаты наблюдения

16

- Генерация кода = программирование
 - ▣ быстрая реализация +
 - ▣ тестирование
- Structural Operational Semantics (SOS)
 - ▣ понимание семантики языка +
 - ▣ пересмотр его метамодели



Σ AutoLanD

- ▣ Исполняемость $\Rightarrow$ Чёткое определение всех нюансов
- ▣ Проектирование vs. программирование

Нерешенные задачи

17

- Язык для описания взаимосвязей между автоматами и классами метамодели $\Rightarrow$ Спецификация компоновщика (linker)
- Применение автоматного подхода для определения «настоящего» DSL

Выводы

18

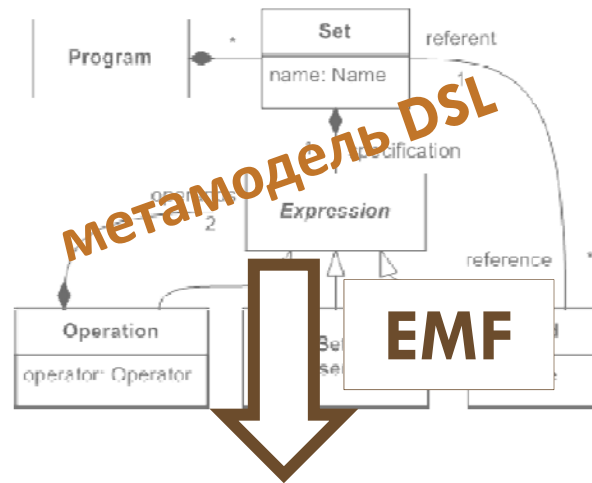
- Автоматный подход к разработке языков предметной области
 - Полное определение языка с помощью нотации UML
 - Автоматическая реализация языка из его определения
- Текстовый язык автоматного программирования
 - Оригинальная модель взаимодействия автоматов

Публикации по теме диссертации

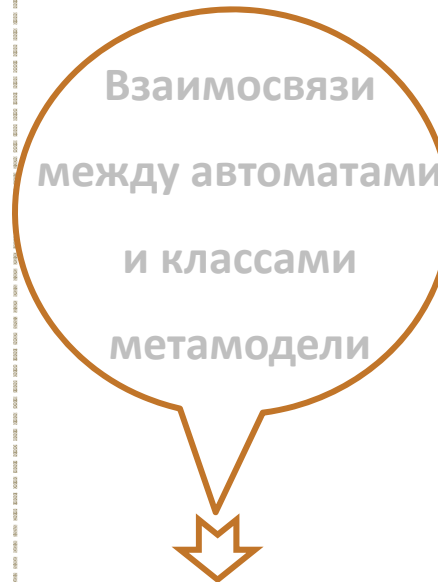
19

- Тихонова У. Н. Новый метод определения проблемно-ориентированных языков // XIII молодежная научная конференция «Наукоемкие информационные технологии»/ Под ред. С. М. Абрамов, С. В. Знаменский; УГП им. А. К. Айламазяна. г. Переславль-Залесский: Университет города Переславля, 2009.—апрель. С. 183–194.
- Новиков Ф. А., Тихонова У. Н. Автоматный метод определения проблемно-ориентированных языков // Информационно-управляющие системы. В трёх частях: №6 (2009) С. 34–40, №2 (2010) С. 31–37, №3 (2010) С. 29–37.
- Tikhonova U. Automata Based Method for Domain-Specific Languages Definition // 1st Doctoral Symposium of the International Conference on Software Language Engineering (SLE) / Ed. by E. van Wyk, S. Zschaler. Eindhoven, The Netherlands: Computer Science Reports, 2010.—September. Pp. 21–25.
- Tikhonova U. Automaton-Based Approach for Defining Dynamic Semantics of DSLs // GTTSE/SLE Students' workshop / Ed. by J. Visser, E. V. Wyk; 4th Summer School on Generative and Transformational Techniques in Software Engineering. Braga, Portugal: 2011.—July. Pp. 12–14.

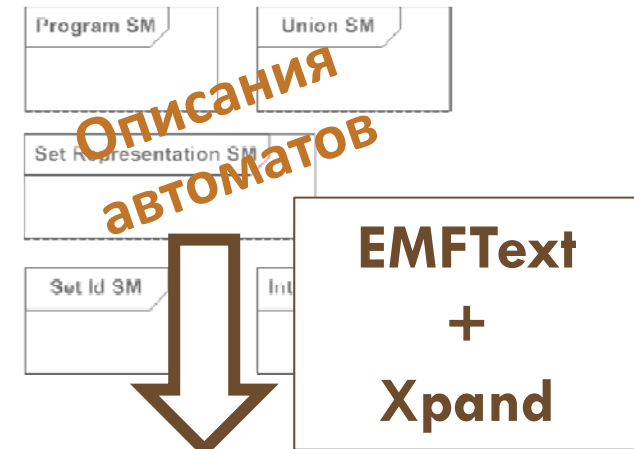
Реализация 1 : генерация Java-кода



Java-классы
метамодели



Java-класс Linker



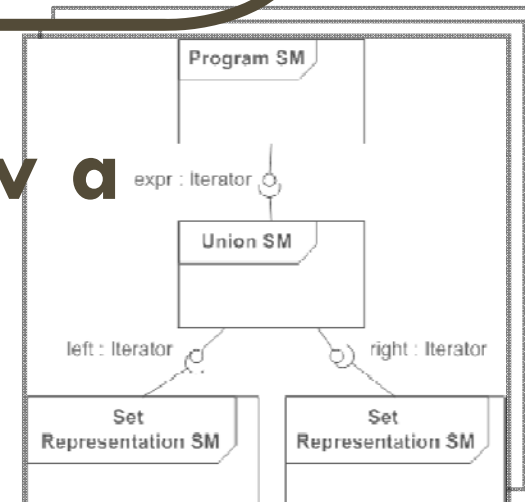
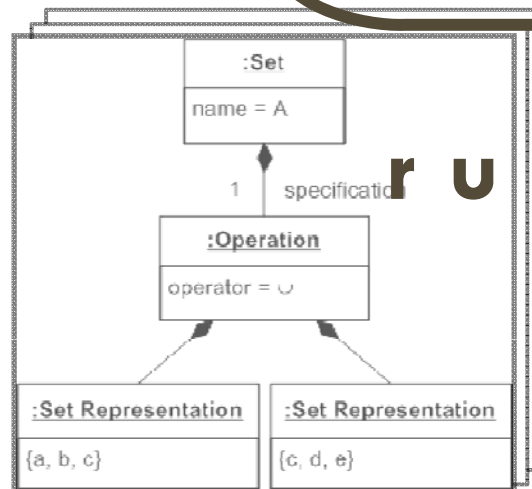
EMFText
+
Xpand

Java-классы
автоматов

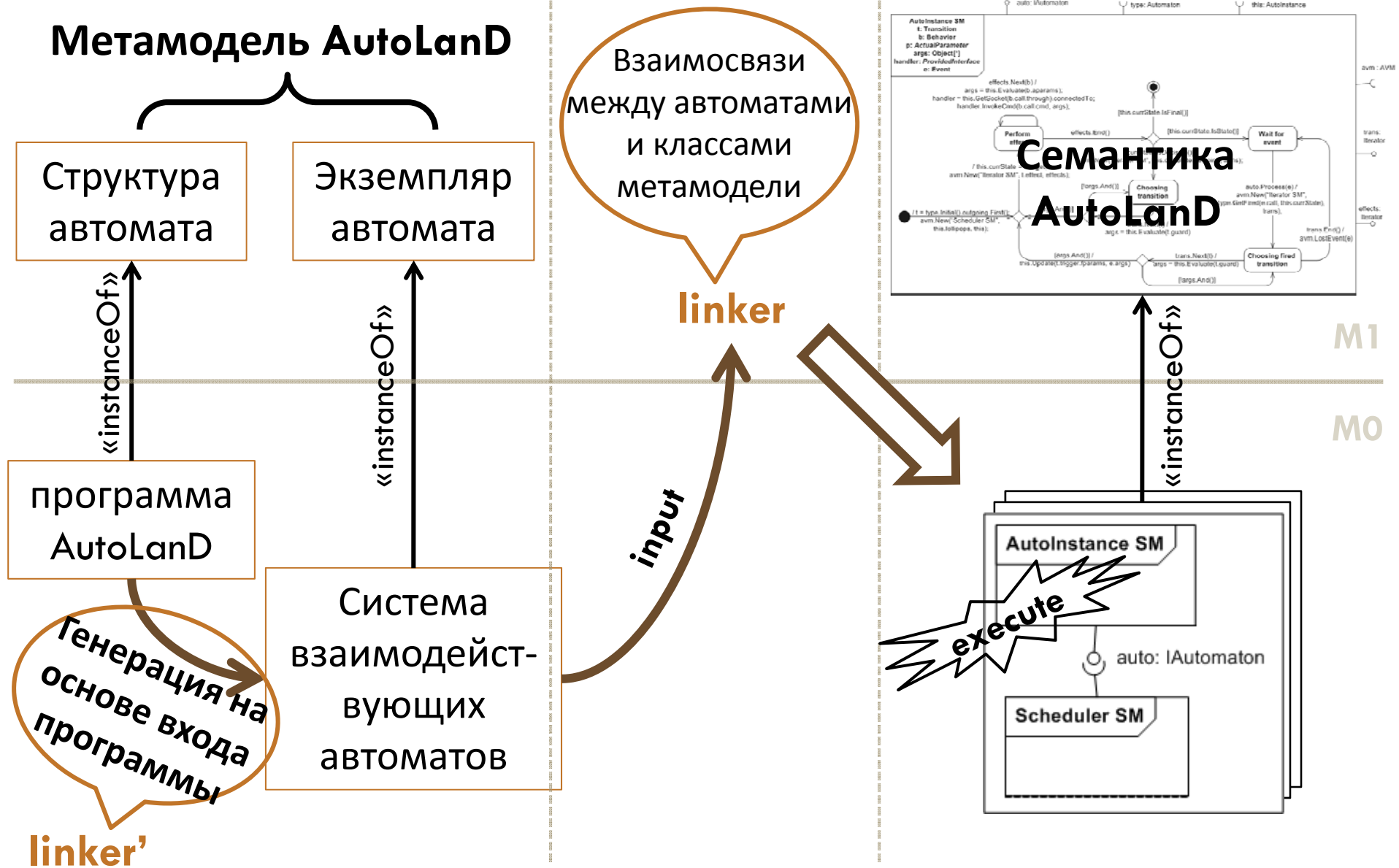
M1

M0

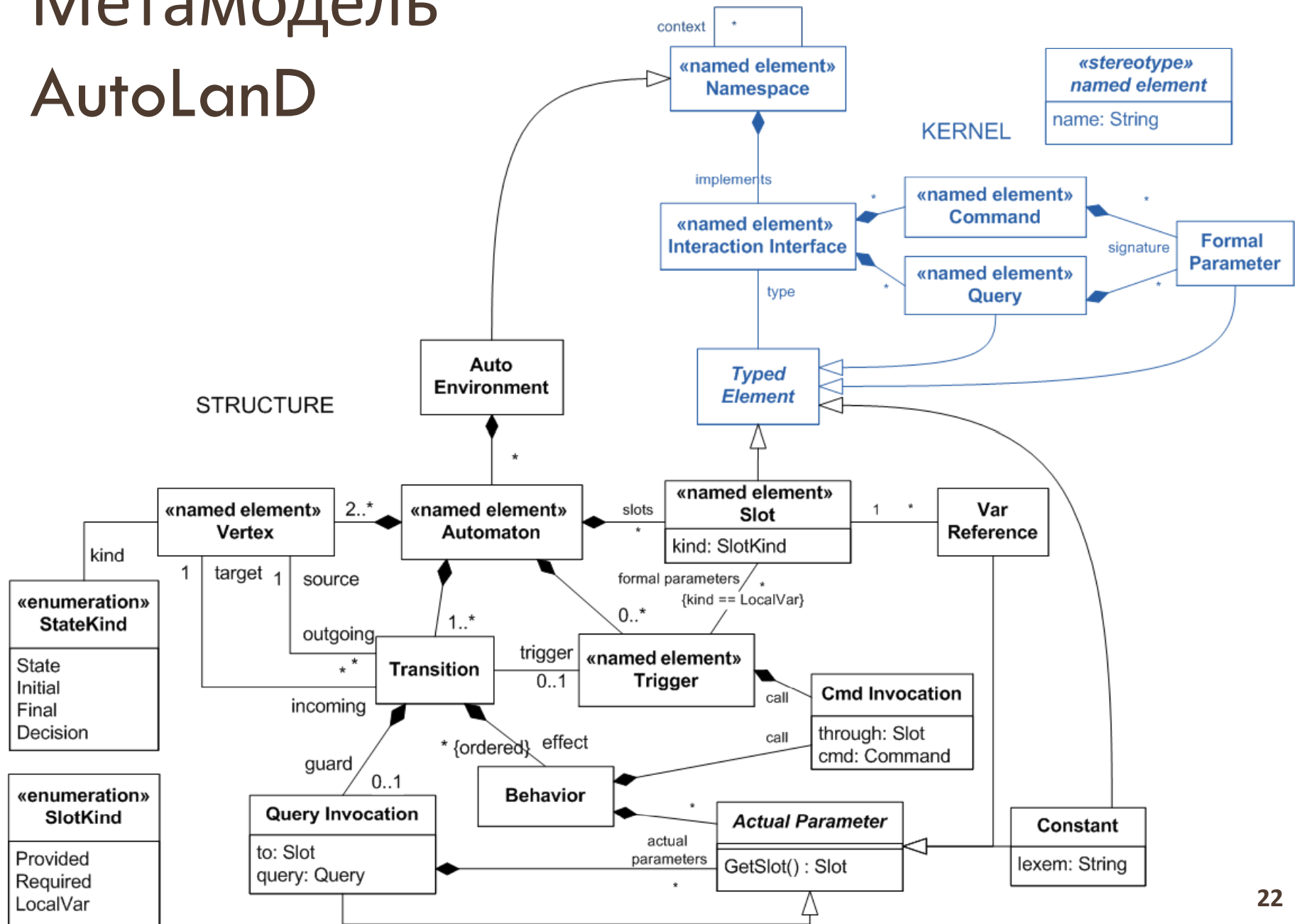
running Java



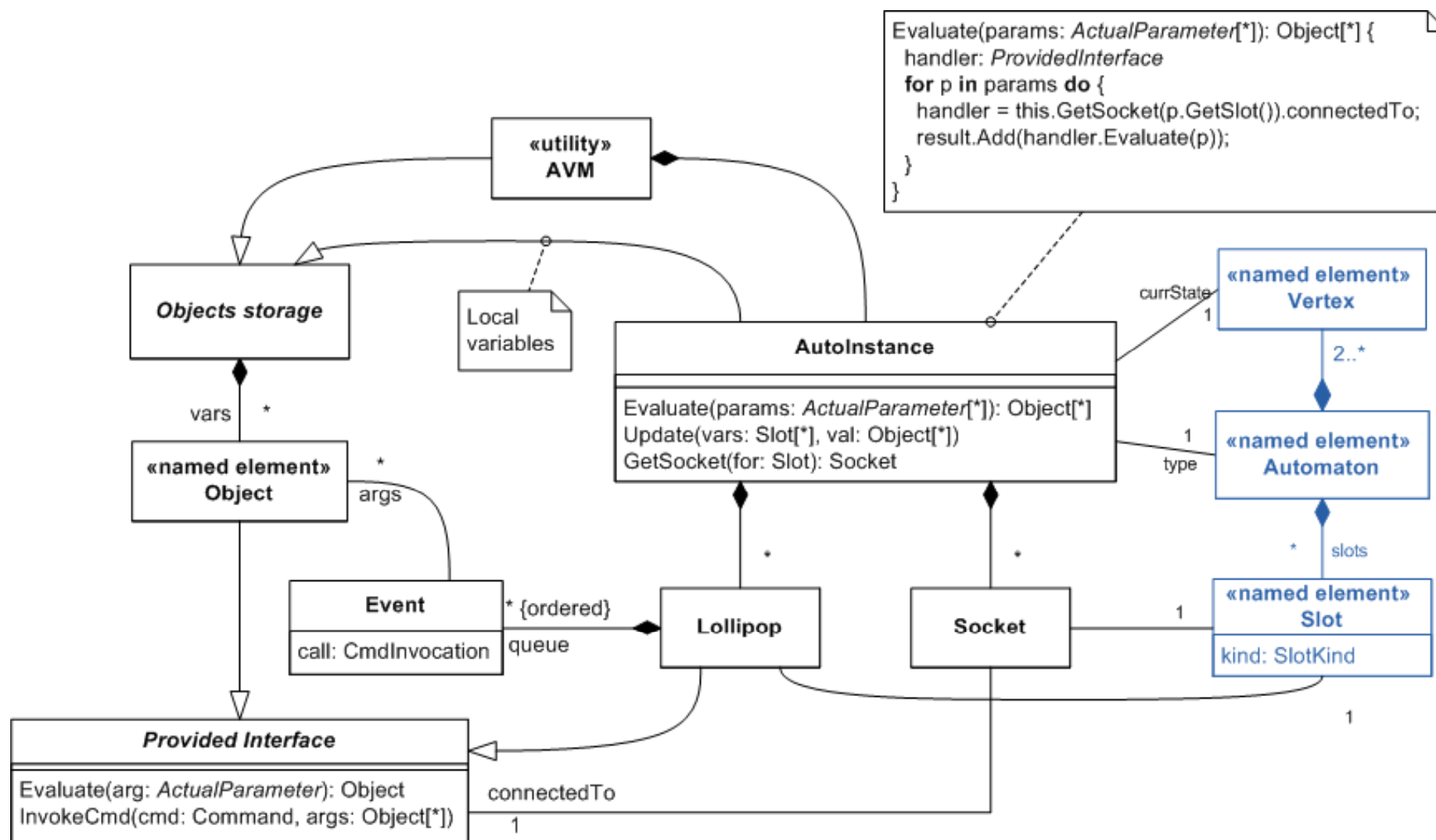
Реализация 2 : раскрутка (bootstrapping)



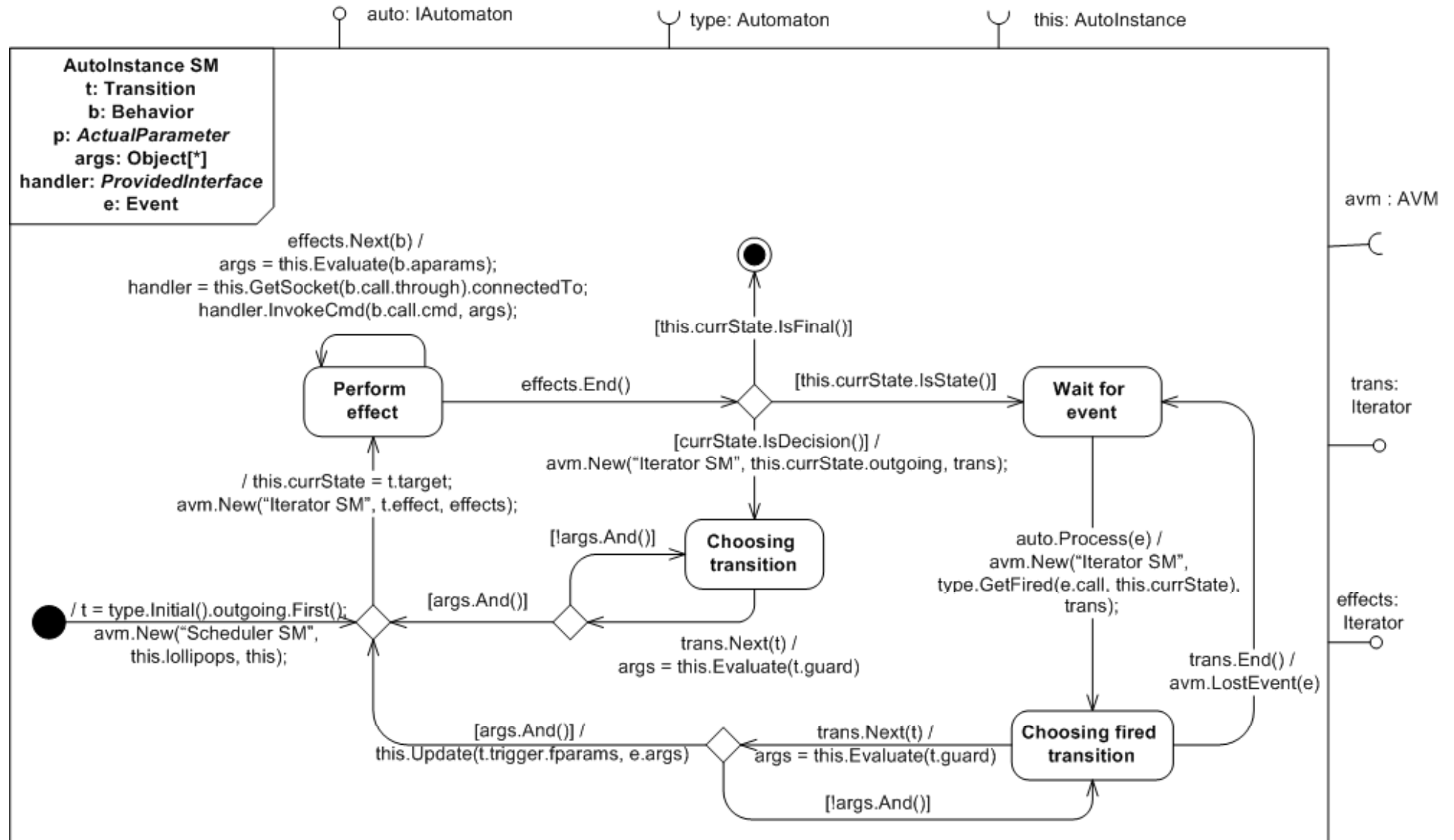
Метамодель AutoLanD



Метамодель экземпляра автомата



Семантика AutoLanD: AutoInstance SM



Семантика AutoLanD: Scheduler SM

