



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

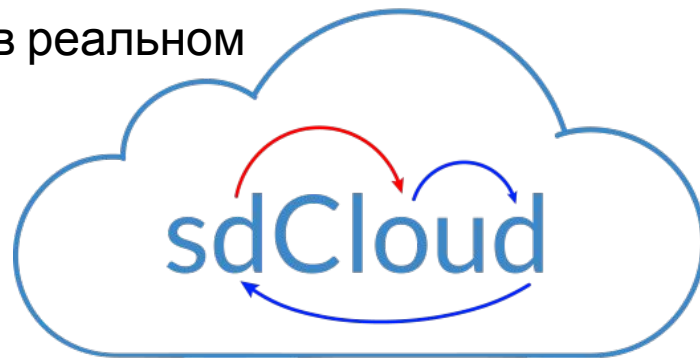
# Представление моделей динамических систем как потока данных

Шалин Никита Андреевич  
группа Р3418  
Научный руководитель: Пенской А. В.

# Системная динамика

SdCloud – сервис облачной симуляции моделей системной динамики. Подпроект SdCloud-Embedded направлен на следующие задачи:

- Акселерация процесса моделирования динамических систем.
- Моделирование динамических систем в реальном времени.



# Цели и задачи исследования

Цель: поддержка расчёта системно-динамических моделей на вычислительной платформе NITTA путём разработки транслятора языка XMILE в модифицированный синхронный поток данных

Задачи:

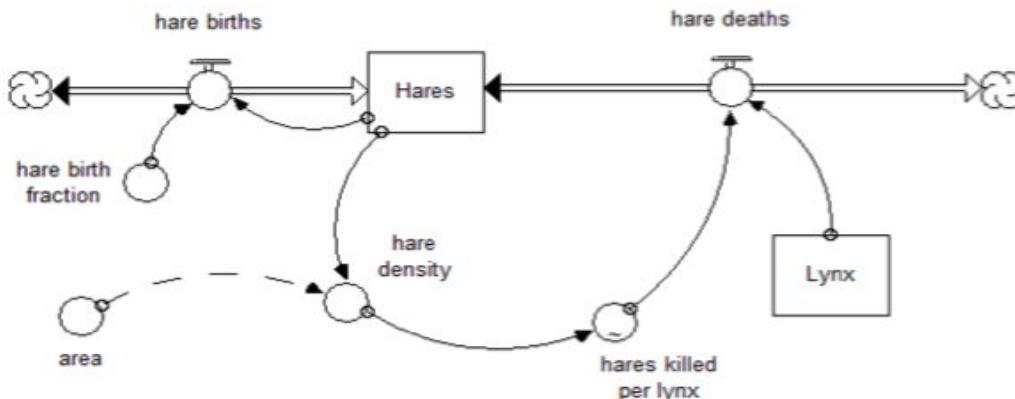
1. Изучение спецификации языка XMILE, приоритизация элементов языка.
2. Анализ вычислительной платформы NITTA и используемой модели вычислений
3. Проектирование транслятора, разработка алгоритмов:
  - a. разбора XML-дерева
  - b. разбора математических выражений
  - c. построения синхронного потока данных
  - d. генерации кода промежуточного уровня вычислительной платформы NITTA

# Пример модели на языке XMILE

```

<model name="Hares">
  <variables>
    <stock name="Hares">
      <eqn>5E4</eqn>
      <inflow>hare_births</inflow>
      <outflow>hare_deaths</outflow>
    </stock>
    <flow name="hare_births">
      <eqn>Hares*hare_birth_fraction</eqn>
    </flow>
    <flow name="hare_deaths">
      <eqn>Lynx*hares_killed_per_lynx</eqn>
    </flow>
    <stock name="Lynx">
      <eqn>1250</eqn>
    </stock>
    <aux name="hare_birth\fraction">
      <eqn>1.25</eqn>
    </aux>
    <aux name="hare\ndensity">
      <eqn>Hares/area</eqn>
    </aux>
    <aux name="area">
      <eqn>1E3</eqn>
    </aux>
    <aux name="hares_killed\nter_lynx">
      <eqn>hare_density</eqn>
      <gf>
        <xscale min="0" max="500"/>
        <yscale min="0" max="1000"/>
        <ypts>0,50,100,150,200,250,300,350,400,450,500</ypts>
      </gf>
    </aux>
  </variables>
</model>

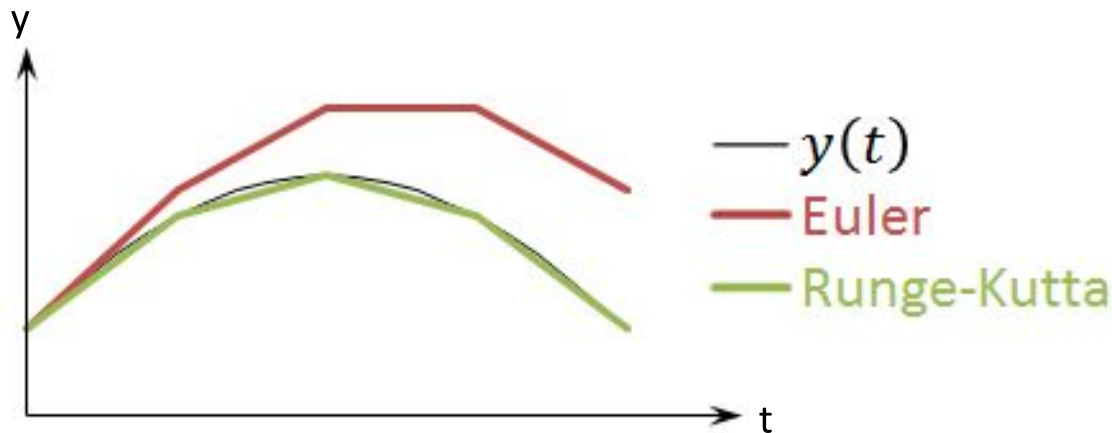
```



# Численные методы

- Метод Эйлера – низкая точность, меньше операций
- Метод Рунге-Кутты 2-го порядка – высокая точность, больше вычислений

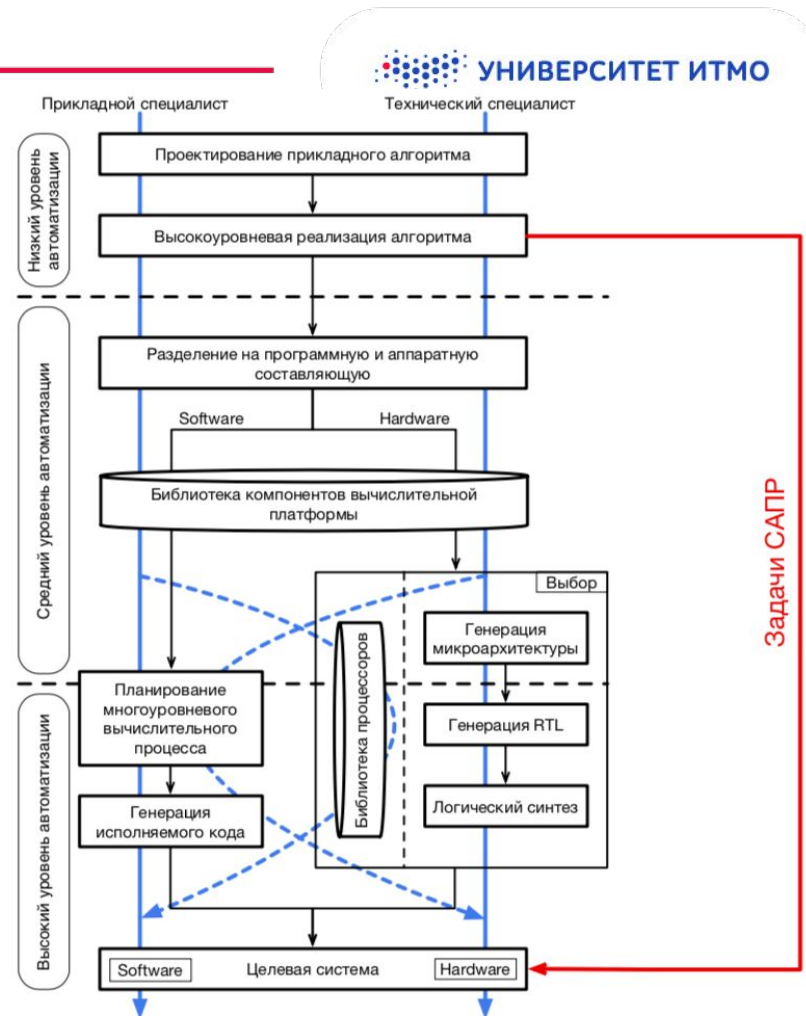
В текущей версии  
используется метод  
Эйлера



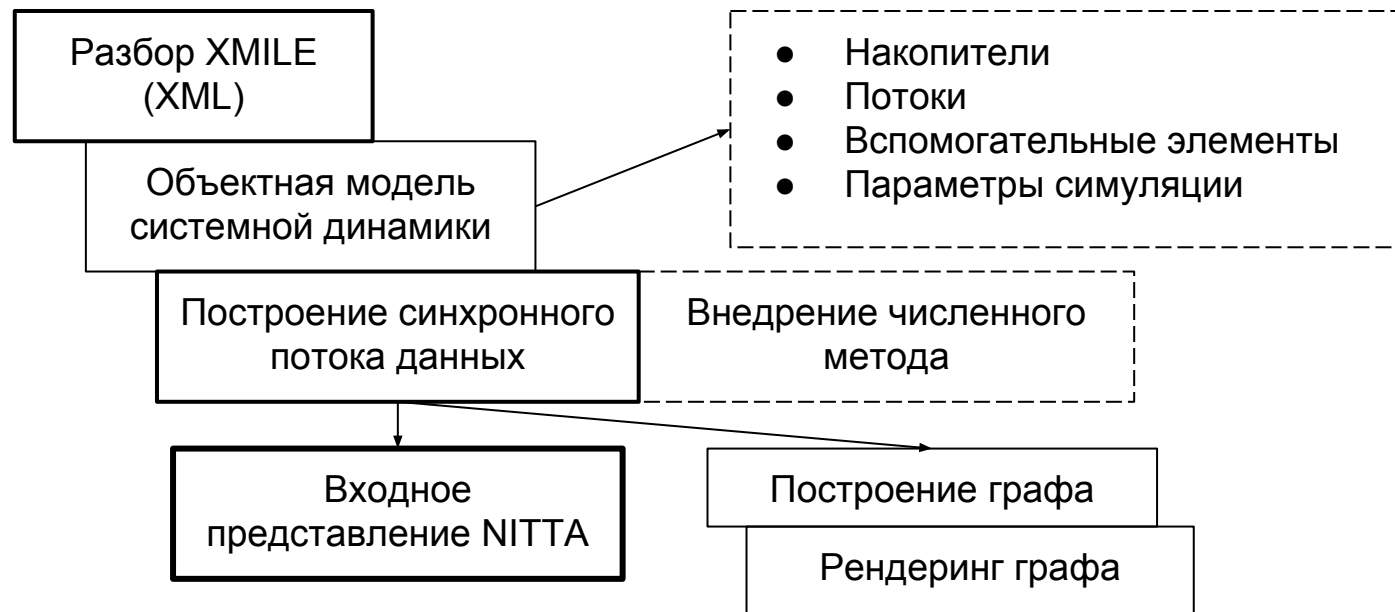
# Вычислительная платформа NITTA

Уровневая структура платформы:

1. Прикладной уровень – XMILE
2. Промежуточный уровень – синхронный поток данных
3. Внутренний уровень
4. Уровень реализации – HW + SW



# Проектирование транслятора



# Реализация

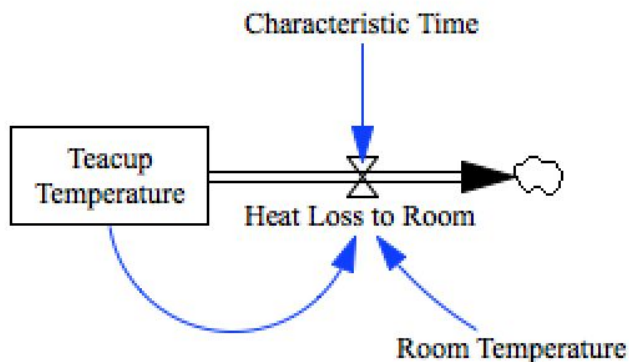
- Python 3
- XML
- dot и graphviz
- Haskell



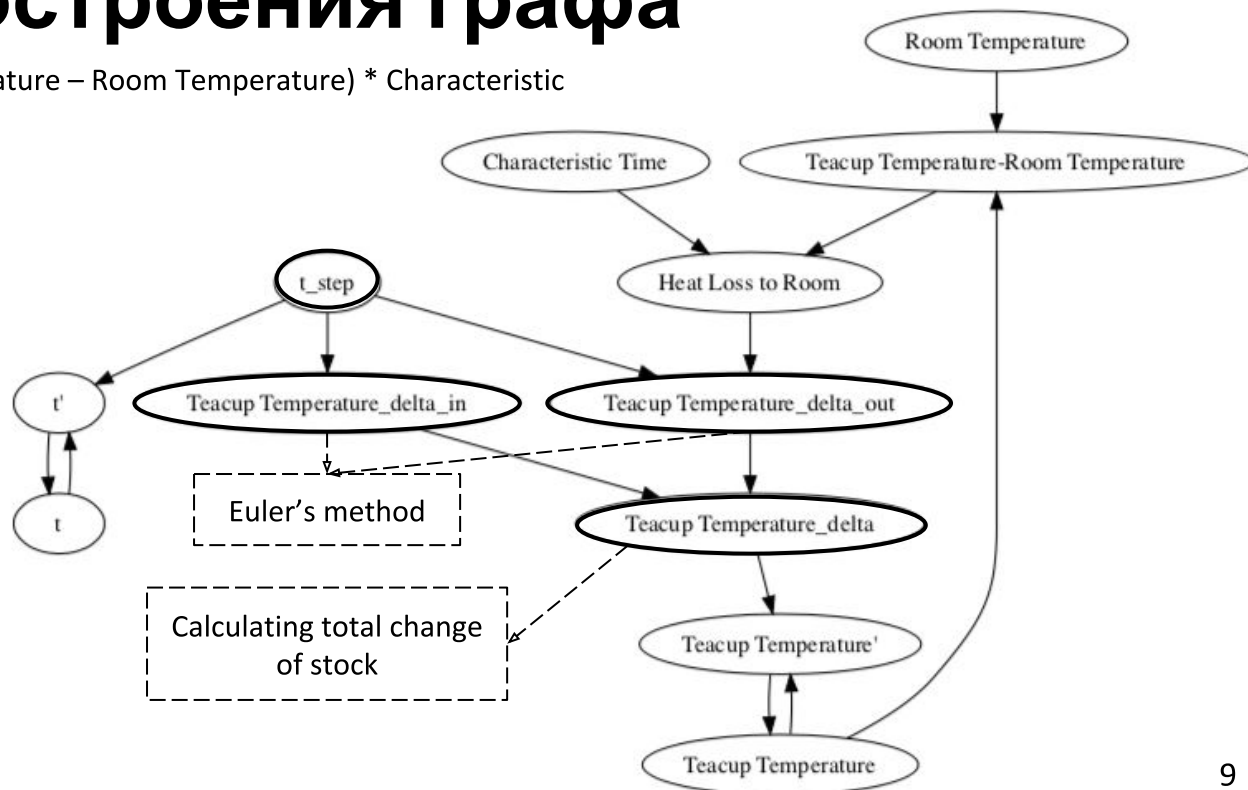


# Результат построения графа

Heat Loss to Room = (Teacup Temperature – Room Temperature) \* Characteristic Time

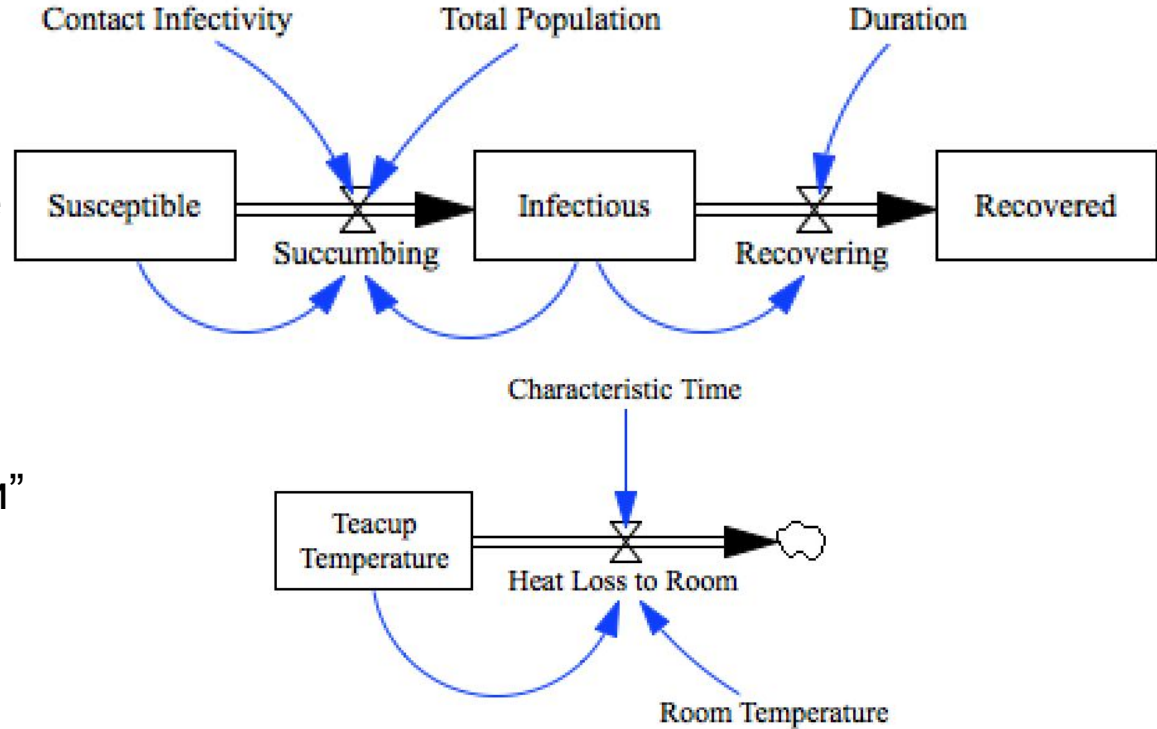


Входная модель



# Тестирование

- Модель “Распространение инфекции”
- Модель “Остывание чашки”



# Тестирование

Время	Потери тепла		Температура чашки, °F	
	Эталон	Тест	Эталон	Тест
0	11	11	180	180
125	10.86	11	178.625	178.625
250	10.72	11	177.267	177.25
375	10.59	11	175.926	175.875
500	10.46	10	174.602	174.5

# Заключение

- Разработан транслятор, решающий задачи разбора моделей кодированных языком XMILE и построение графа СПД на основе математических выражений
- Изучена спецификация XMILE и ВПл NITTA
- Протестирована работа транслятора совместно с ПО ВПл NITTA

# Спасибо за внимание!

[www.ifmo.ru](http://www.ifmo.ru)

ITsMO *re than a*  
UNIVERSITY



## Пример транслированной модели

```
[ FB.constant 70000 ["Room Temperature0"]
, FB.constant 10000 ["Characteristic Time0"]
, FB.constant 125 ["t_step0", "t_step1", "t_step2"]
, FB.constant 0 ["zero0"]
, FB.loop 180000 ["Teacup Temperature0", "Teacup Temperature1"] "Teacup Temperature'0"
, FB.loop 0 ["t0"] "t'0"
, FB.sub "Teacup Temperature0" "Room Temperature0" ["Teacup Temperature-Room Temperature0"]
, FB.div "Teacup Temperature-Room Temperature0" "Characteristic Time0" ["Heat Loss to Room0"]
, FB.add "t0" "t_step0" ["t'0"]
, FB.mul "zero0" "t_step1" ["Teacup Temperature_delta_in0"]
, FB.mul "Heat Loss to Room0" "t_step2" ["Teacup Temperature_delta_out0"]
, FB.sub "Teacup Temperature_delta_in0" "Teacup Temperature_delta_out0" ["Teacup Temperature_delta0"]
, FB.add "Teacup Temperature1" "Teacup Temperature_delta0" ["Teacup Temperature'0"] :: FB (Parcel String Int)
]
```