

Разработка метода построения  
конечных автоматов верхнего уровня  
для управления моделью беспилотного  
самолета на основе обучающих примеров

**Казаков Сергей Владимирович, гр. 4539**

Научные руководители: **Царев Ф. Н.,  
Шалыто А. А.**

СПбГУ ИТМО, 2011 год

# Постановка задачи

Программное управление объектом со сложным поведением – актуальная задача настоящего времени.

Объектом управления может быть:

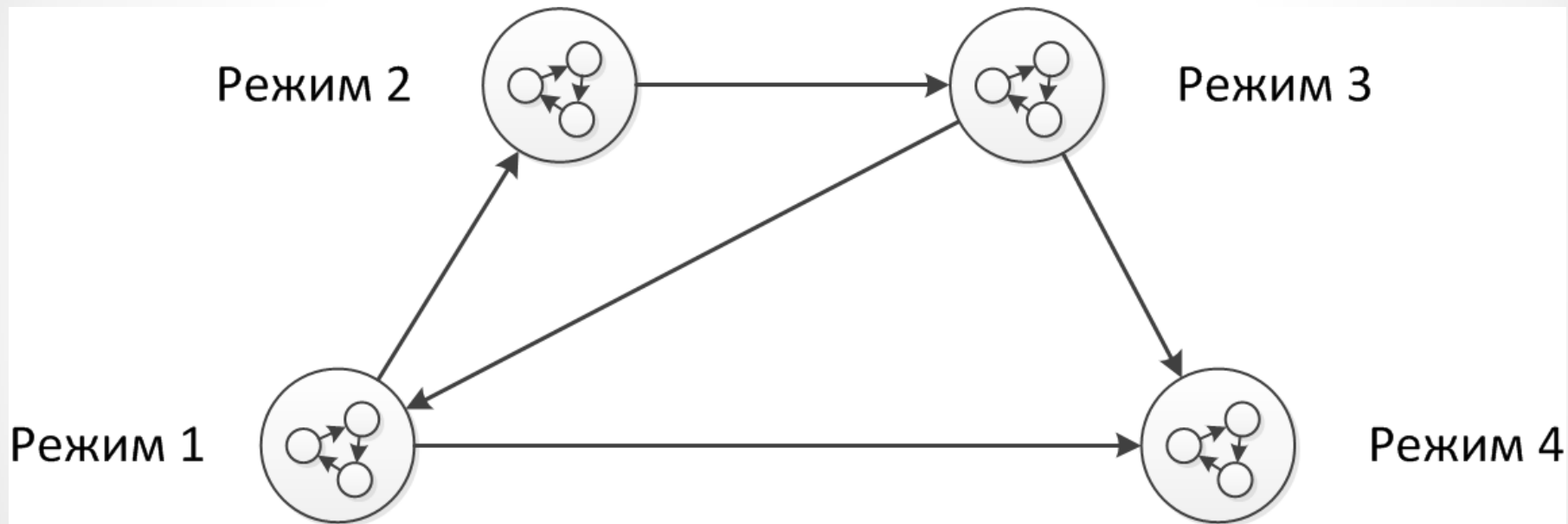
- сложная техника на производстве;
- техника для передвижения: автомобили, **самолеты**, вертолеты, космические корабли, ...
- другая техника: роботы, ...

**Задача управления моделью беспилотного самолета.**

# Существующие подходы

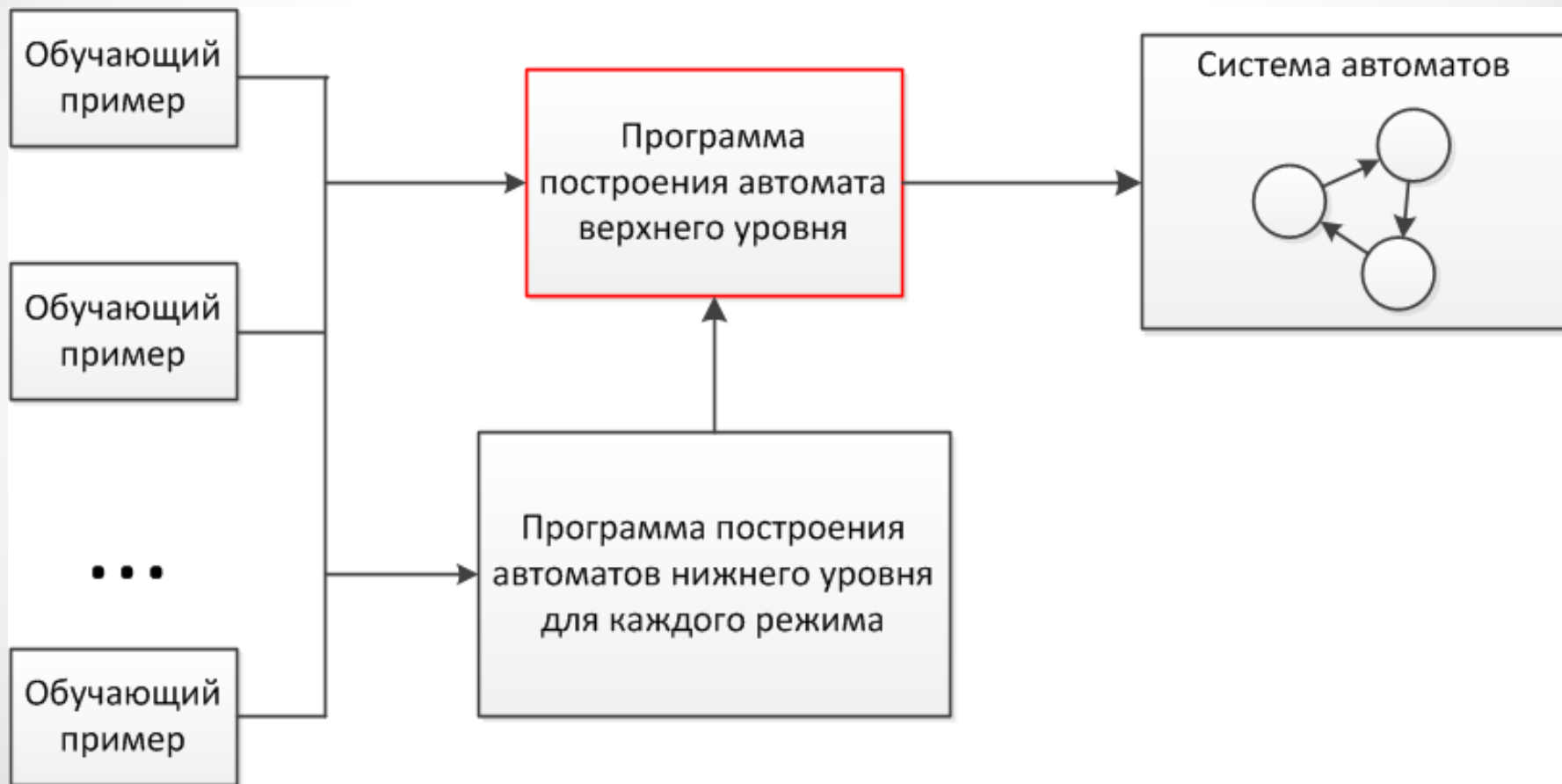
- выделение «идеальной» траектории из полетов, выполненных человеком, и последующее следование ей;
- построение управляющих автоматов:
  - вручную;
  - автоматически – с помощью программных средств:
    - на основе моделирования;
    - **на основе обучающих примеров;**
    - на основе спецификации.

# Автомат верхнего уровня



Каждое состояние автомата верхнего уровня соответствует одному из режимов полета самолета.

# Схема получения управляющего автомата



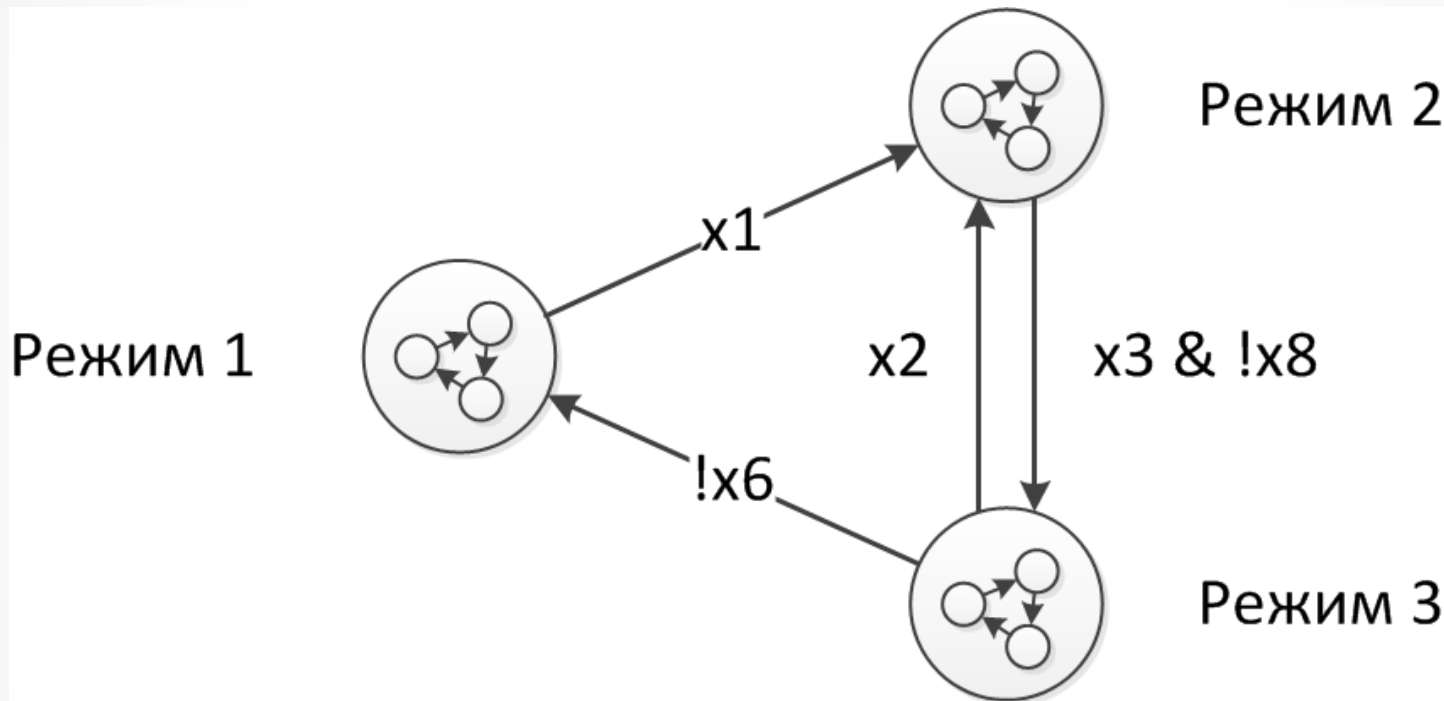
# Предикаты о состоянии самолета

Предикат о состоянии самолета – функция с множеством значений  $\{true, false\}$ , вычисляемая в каждый такт работы по входным параметрам самолета.

Используемые предикаты:

- без изменяемых параметров (например, «самолет снижается»);
- с одним изменяемым параметром (например, «высота самолета больше заданной»).

# Структура автомата верхнего уровня

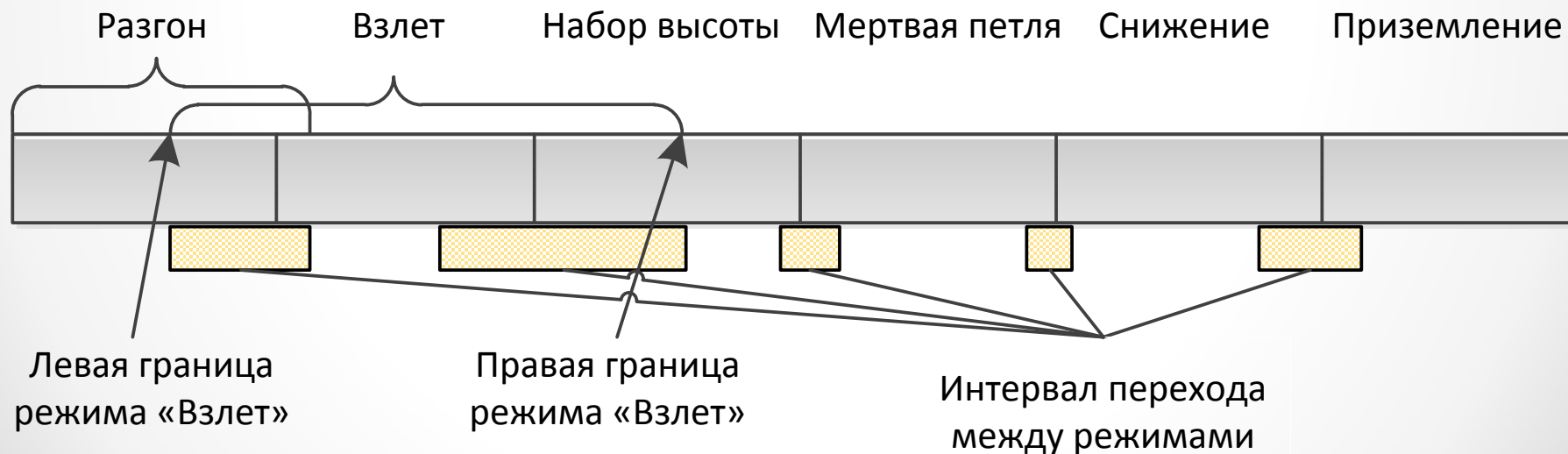


Ребра:

- не имеют действий;
- условия перехода – формулы вида « $[! ]x_1 \ \& \ [! ]x_2 \ \& \ \dots \ \& \ [! ]x_k$ ».

# Структура обучающего примера

- входные параметры для каждого такта работы;
- разделение всего примера на области, соответствующие разным режимам полета.





# Предложенный метод построения автомата

- определение используемых режимов в каждом обучающем примере;
- отображение каждого обучающего примера на выбранную структуру;
- определение ребер и условий перехода по ним.

# Определение используемых режимов

Решается путем выбора наиболее подходящего автомата нижнего уровня.

Функция расстояния:

- Сравнение действий.
  - Сравнение сгенерированных автоматом действий с действиями в обучающем примере.
- **Сравнение поведения.**
  - Поведение – последовательность входных параметров.
  - Используется редакционное расстояние.

# Определение условий перехода

- Создание обучающих наборов для ребер.
- Запись требований.
- Поиск условия перехода:
  - Если много ребер – сначала поиск уникального условия перехода.
    - Без выбора другого значения параметра.
  - Поиск дополнительного условия.
    - С возможностью выбора подходящего значения параметра из обучающего набора.

# Экспериментальная проверка

Задача построения системы автоматов для управления самолетом:

- начиная от запуска двигателя;
- с возможностью управления с Земли;
- с возможностью выполнения трюка «мертвая петля»;
- заканчивая приземлением.

Команды для управления:

- выполнить трюк «мертвая петля»;
- начать снижаться для приземления;
- начать набирать высоту.

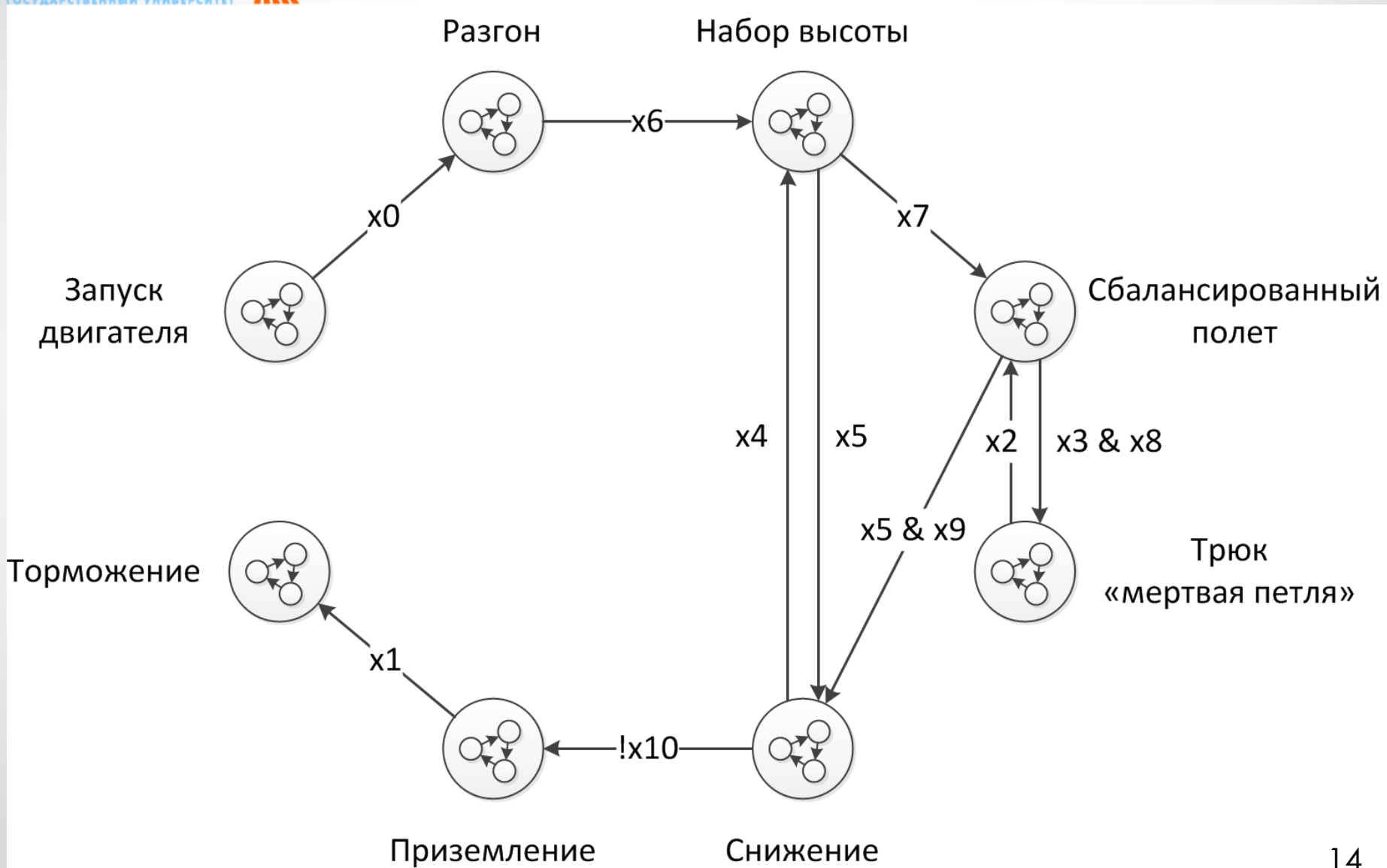
# Подготовка входных данных

Записано 13 обучающих примеров с четырьмя сценариями работы самолета.

Сформирован набор предикатов:

- шесть без параметра;
- три с параметром.

# Построенный автомат



# Оценка эффективности процесса построения

Сравнение с работами построения автоматов для управления беспилотным самолетом.

Работа	Получаемые автоматы	Обучающие примеры / Моделиров.	Время построения
Данная работа	Верхнего уровня	13 обучающ. примеров	2 мин
Александров А.В., Казаков С.В., Сергушичев А.А., Царев Ф.Н., Шалыто А.А.	Нижнего уровня	10–15 обуч. примеров	5–20 ч
Поликарпова Н.И., Точилин В.Н., Шалыто А.А.	Верхнего уровня	Моделирование	2–4 недели

# Выводы

Предложен метод построения автомата верхнего уровня:

- на основе обучающих примеров;
- с использованием построенных автоматов нижнего уровня;

Подход апробирован на трудно решаемой задаче.

По результатам экспериментального исследования был сделан вывод о применимости предложенного метода.



# Публикации

- Межвузовская научная конференция по проблемам информатики «СПИСОК-2011», СПбГУ, 2011 г.

Спасибо за внимание!

Вопросы?