

# Автоматное программирование

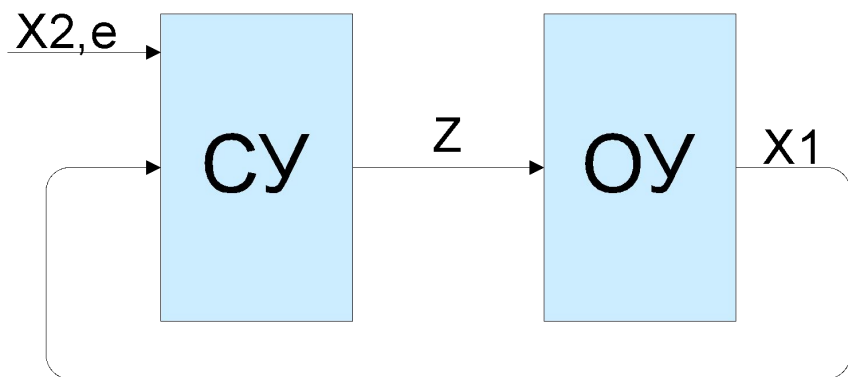
---

**А. А. Шалыто**

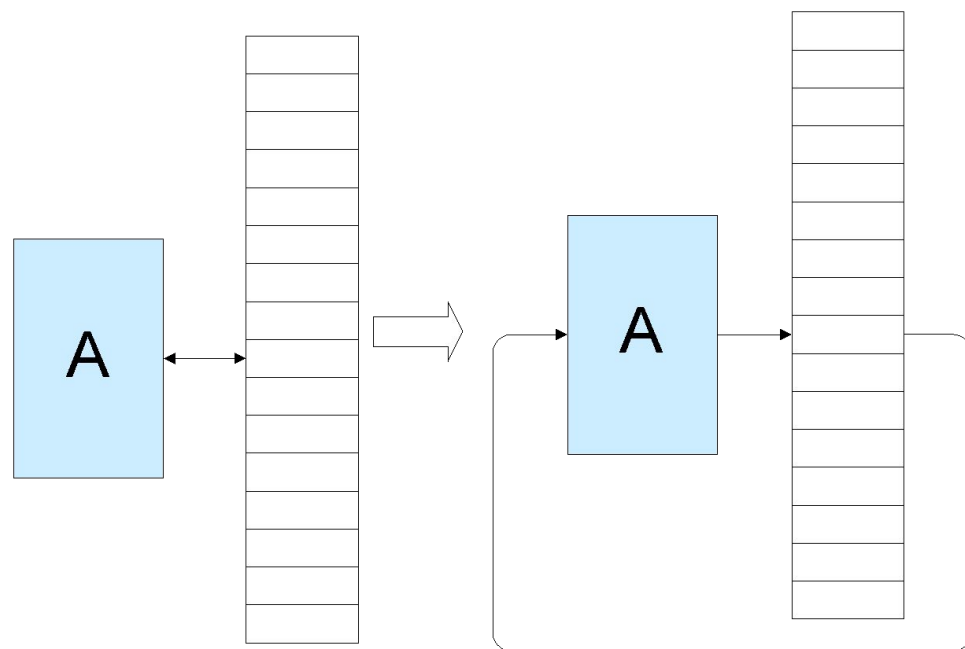
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики

2009 г.

# 1.1. Автоматное программирование



**Автоматизированный  
объект управления**

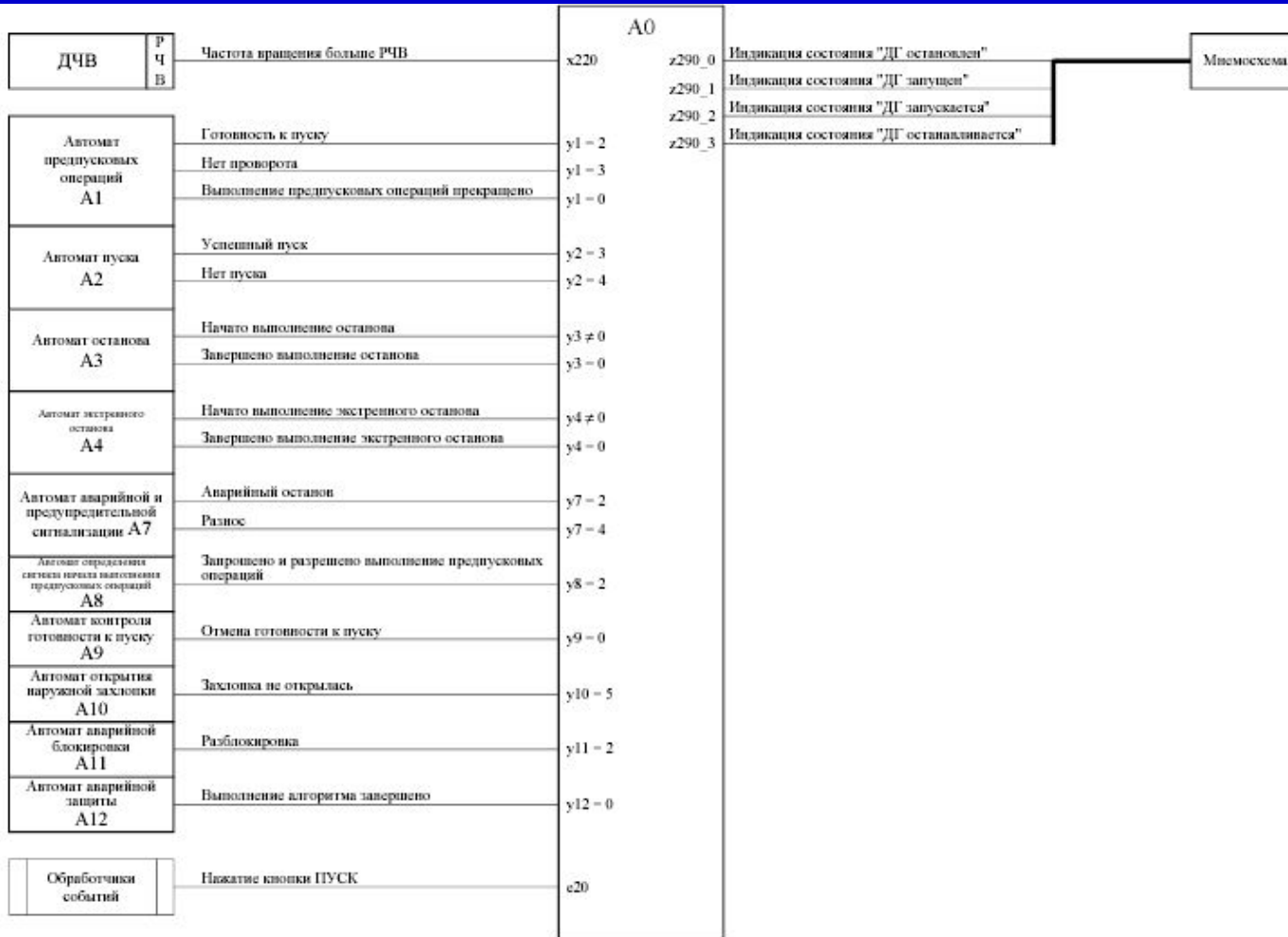


**Машина Тьюринга**

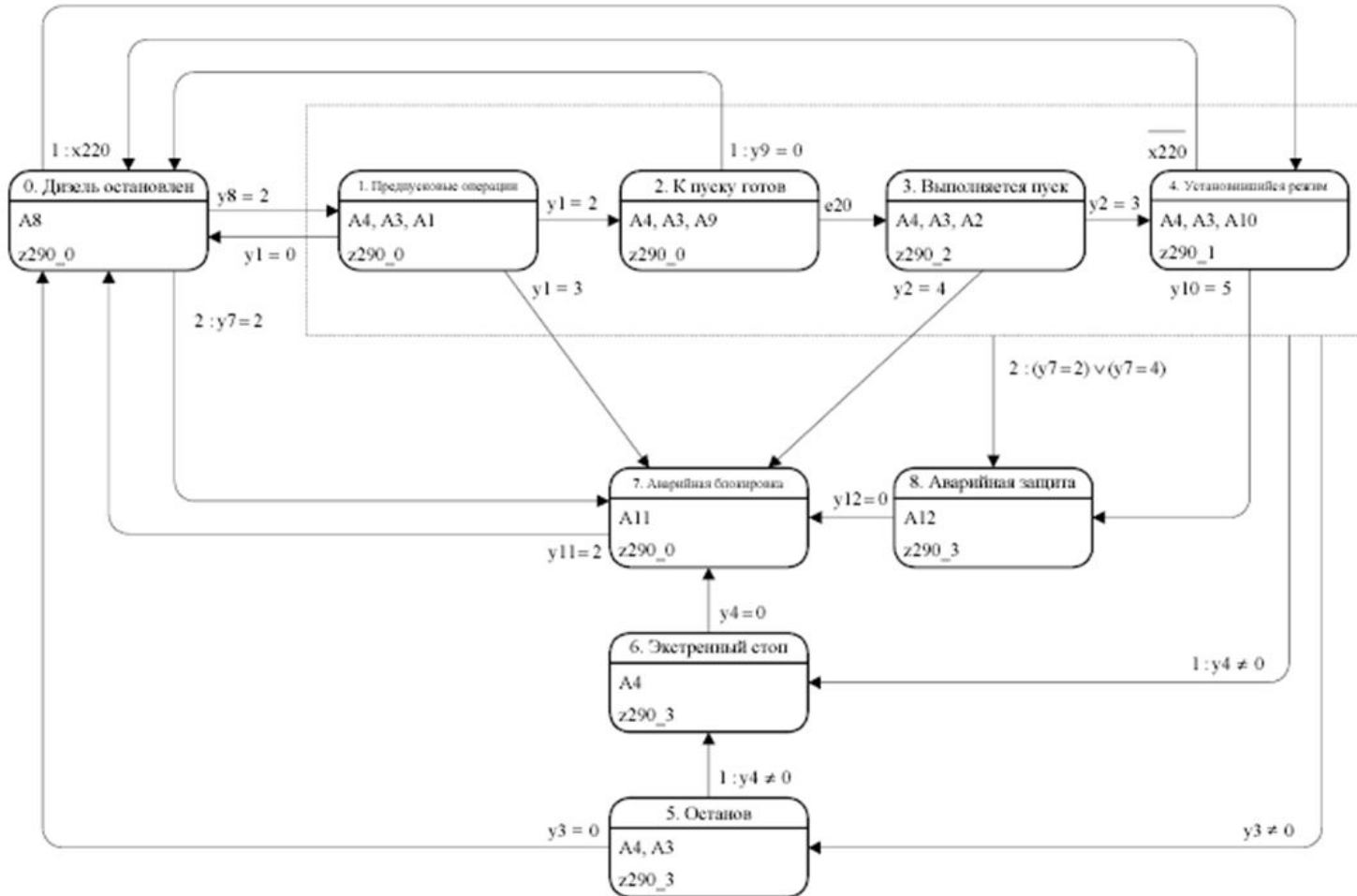
## 1.2. Автоматное программирование

- Система управления – система вложенных автоматов.
- Объект управления – произвольный физический объект (клапан) или математическая функция (выдержка времени).
- Основные понятия: состояния, переходы, события, входные переменные и выходные воздействия, автоматы, гибридные автоматы.
- Состояния: управляющие в СУ и вычислительные в ОУ.

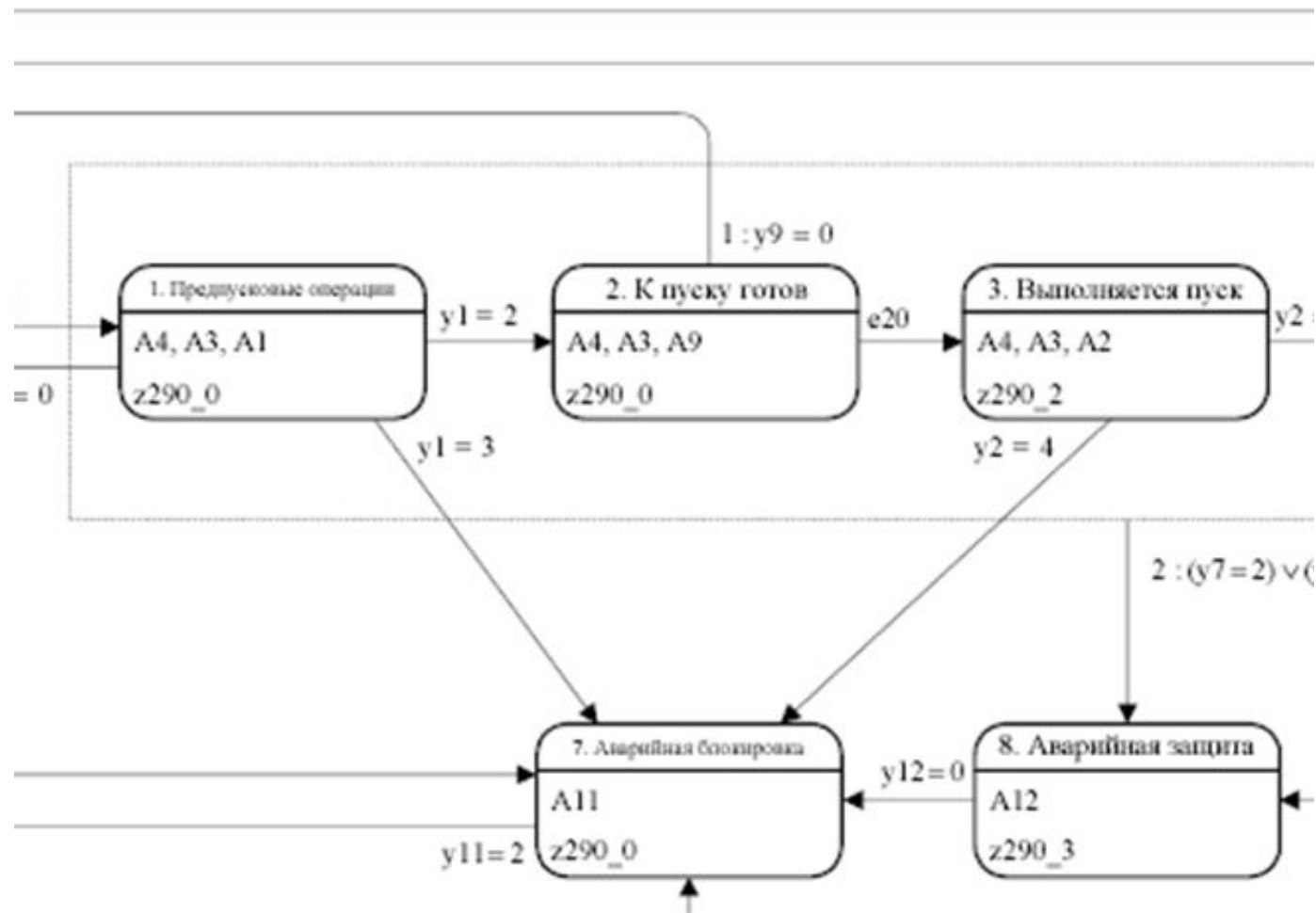
# 2.1. Пример. Управление дизель-генератором



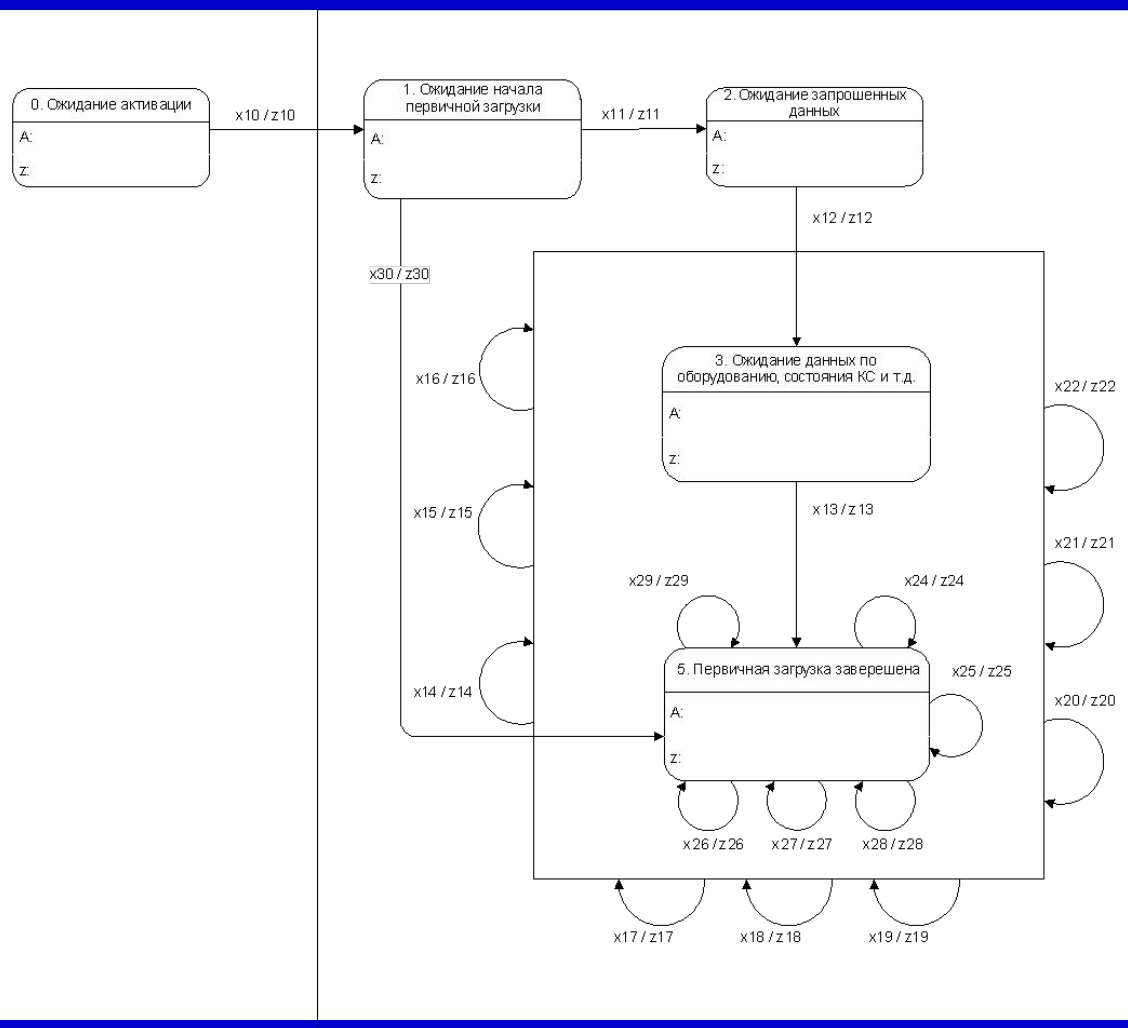
# 2.2. Пример. Управление дизель-генератором



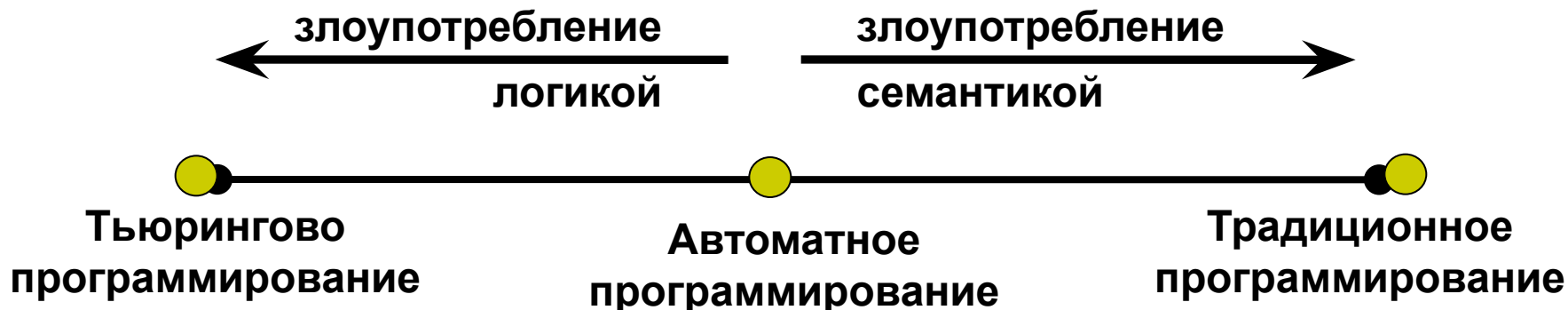
# 2.3. Пример. Управление дизель-генератором



# 2.4. Пример



# 3.1. Парадигма автоматного программирования



**НАХОЖДЕНИЕ КОМПРОМИССА МЕЖДУ СЛОЖНОСТЬЮ АВТОМАТА И СЛОЖНОСТЬЮ ОПЕРАЦИЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ, ПРИМЕРЕНИЕ ТЬЮРИНГОВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ТРАДИЦИОННЫМ И ЕСТЬ «МИССИЯ» АВТОМАТНОГО ПОДХОДА В МИРЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**



## 3.2. Парадигма автоматного программирования

**ПАРАДИГМА АВТОМАТНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СОСТОИТ В  
ПРЕДСТАВЛЕНИИ СУЩНОСТЕЙ СО СЛОЖНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ В  
ВИДЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

## 4. Достоинства автоматного программирования

- Обладает наибольшей эффективностью для систем со сложным поведением
- Формальное и понятное описание поведения
- Проверка формальных свойств диаграмм
- Автоматическая генерация кода по диаграммам переходов
- Возможность тестирования в терминах автоматов
- Повышение уровня автоматизации **верификации программ** методом Model Checking по сравнению с другими классами программ
- Проектная документация

## 5. Реализация автоматных программ

- Вне зависимости от используемого языка программирования реализация автоматных программ осуществляется по графам переходов формально и изоморфно – текст программы «внешне похож» на граф переходов.
- Переход от графа переходов к тексту программы может осуществляться как вручную, так и автоматически с помощью соответствующих инструментальных средств.
- Например, для создания программ на языке Java в СПбГУ ИТМО создано инструментальное средство UniMod.

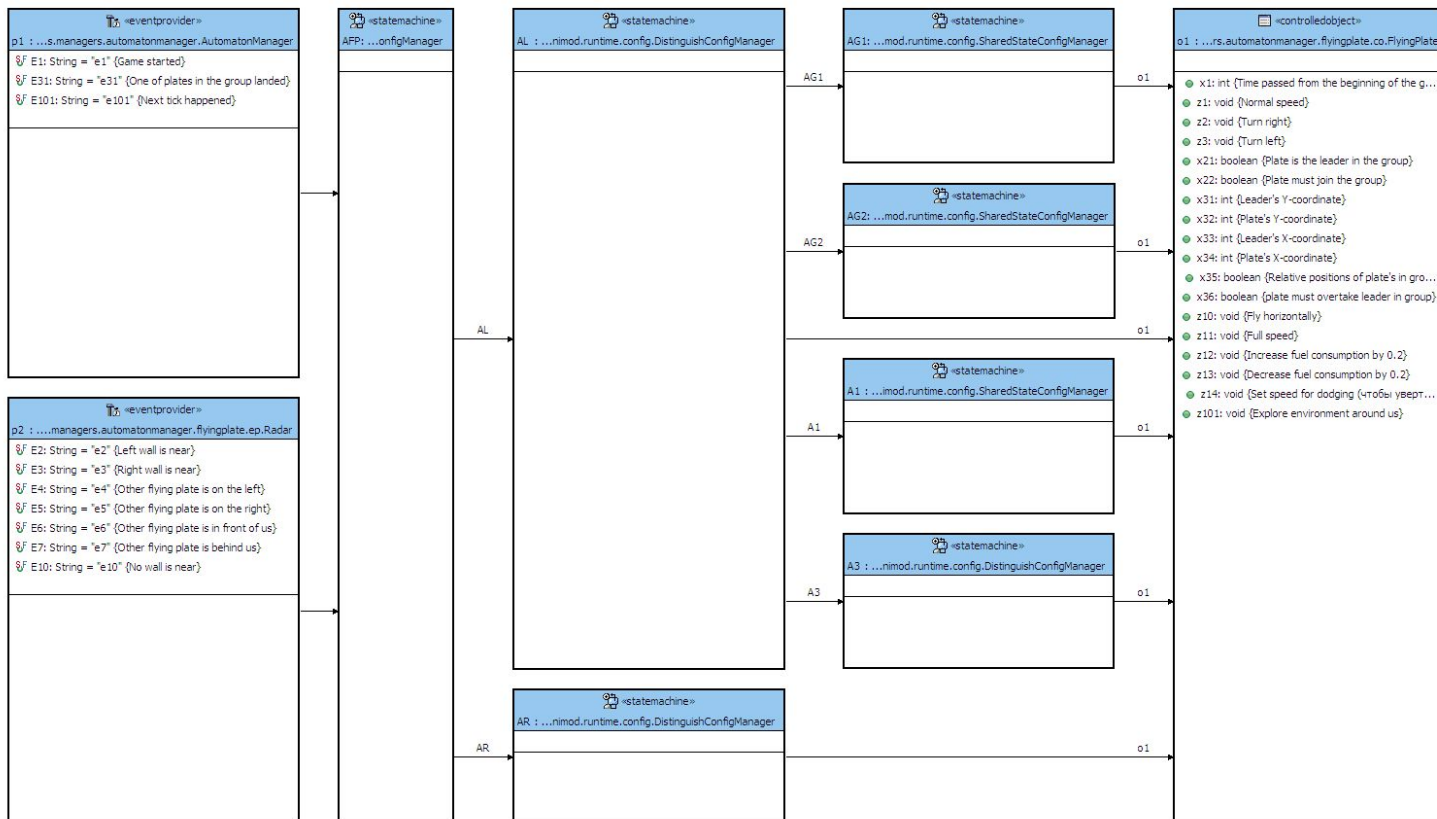
# 6.1. Инструментальное средство *UniMod*

## Семь автоматов

Вручную

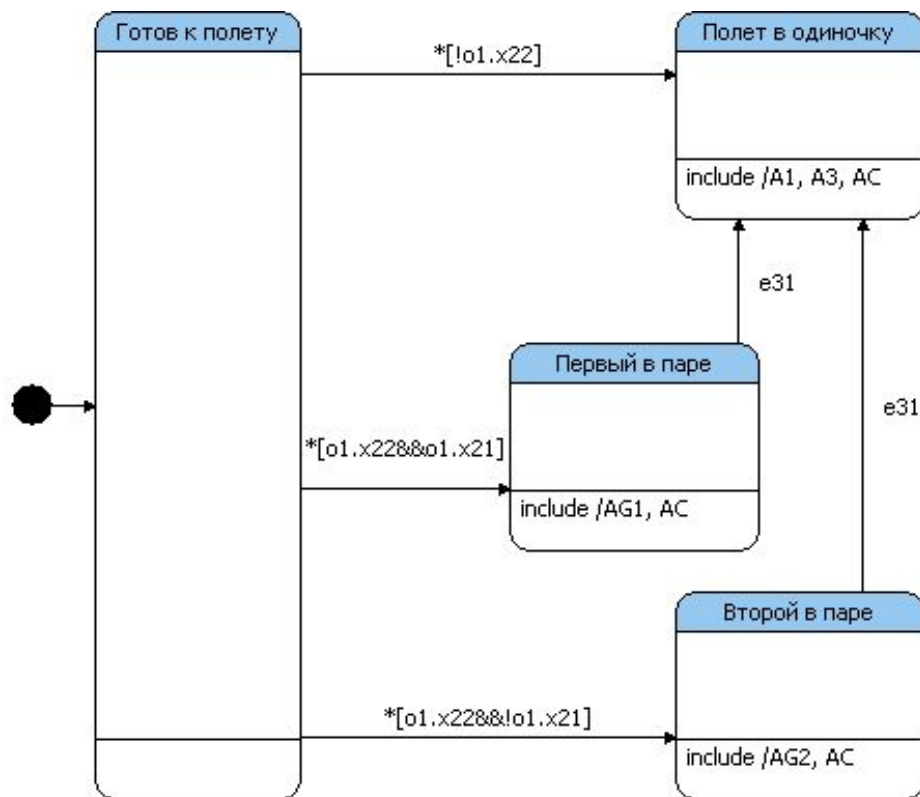
Автоматическая генерация

Вручную



# 6.2. Инструментальное средство *UniMod*

## Один из автоматов – AL



# 7. Верификация автоматных программ

- При использовании метода *Model Checking* при верификации программ предлагается по программе строить ее модель. Построение адекватной модели автоматически практически невозможно.
- При использовании автоматного программирования первичной является модель поведения, по которой строится программа. Поэтому уровень процесса верификации автоматных программ увеличивается.

## 8. Генерация автоматов и генетическое программирование

- Основная сложность в автоматном программировании – построение автоматов
- В большинстве случаев автоматы проектируются вручную
- Однако эвристическое построение автоматов часто затруднено или невозможно
- Решение – автоматическое построение конечных автоматов с помощью генетического программирования
- Это позволит повысить уровень автоматизации построения программ рассматриваемого класса
- Материалы – на сайте <http://is.ifmo.ru> (раздел «Генетические алгоритмы»)

# 9.1. Беспилотный вертолет

Содержит контроллер на базе ядра ARM7 с частотой 60МГц.

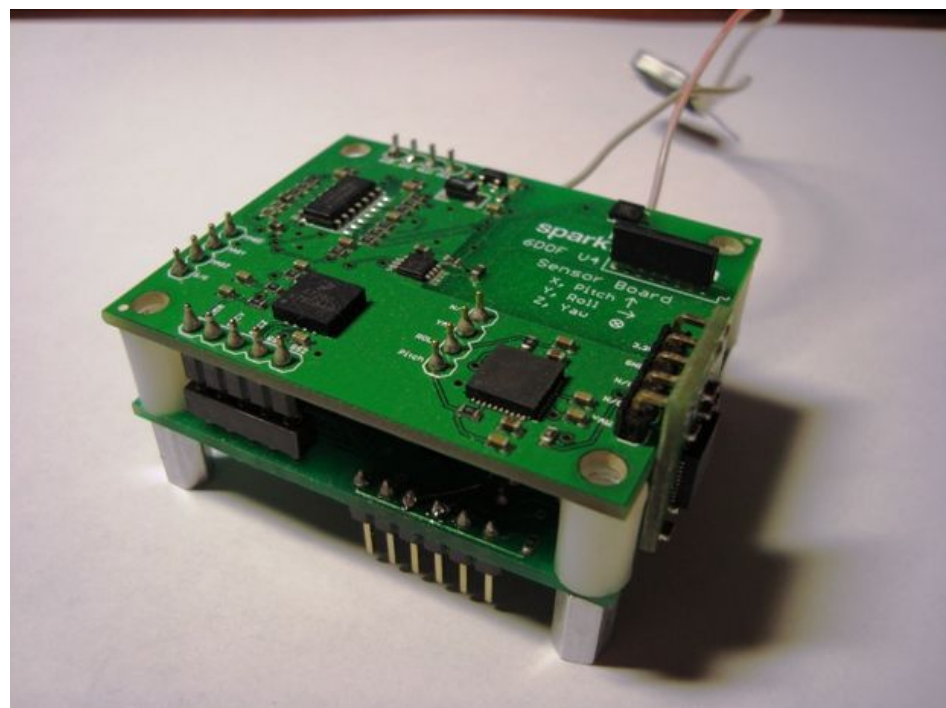
Интегрированную систему радиосвязи радиусом действия 1.5км (скорость 115200 кбит/с)

Трехосевой акселерометр.

Трехосевой гироскоп.

Магнитный компас

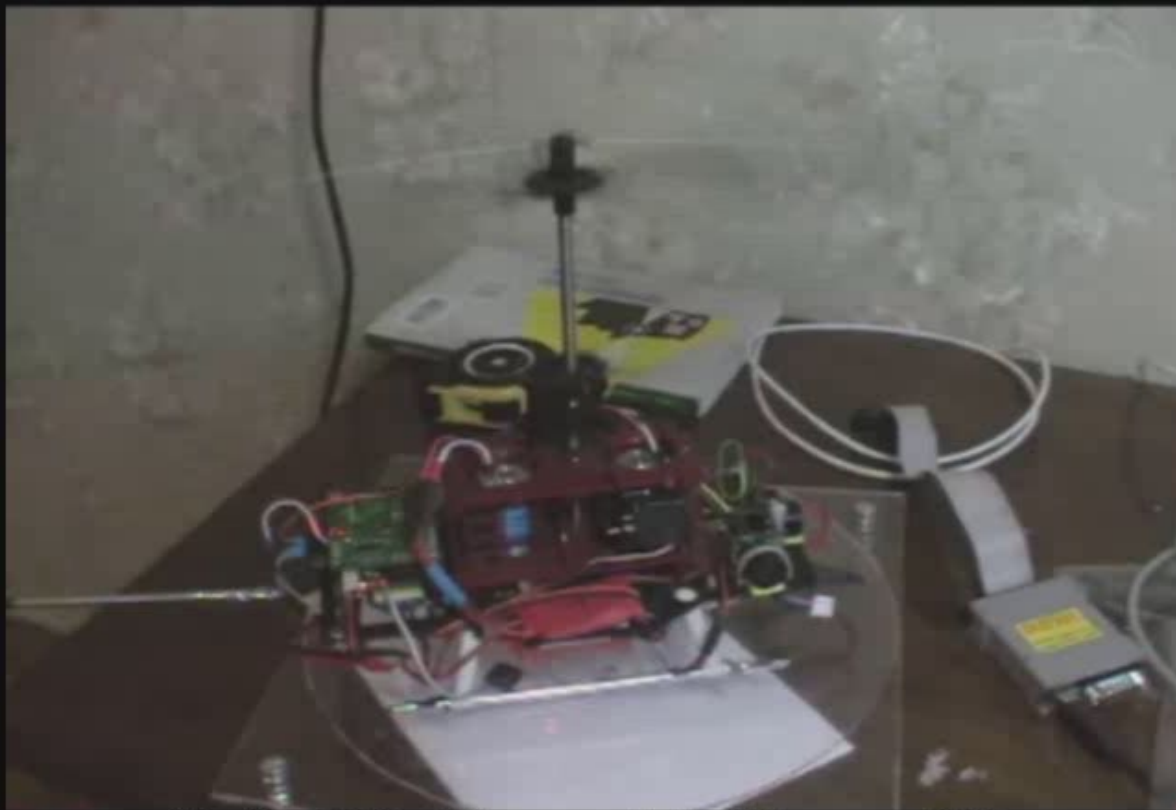
Усилительно-преобразовательные устройства управления двигателями.







## 9.3. Беспилотный вертолет



Клебан В.О., Шалыто А.А., Широков И.В.

<http://www.youtube.com/watch?v=-LuVLH4cV0U>

Спасибо за внимание!

<http://is.ifmo.ru>

<http://blog.savethebest.ru>

<http://www.savethebest.ru>

[shalyto@mail.ifmo.ru](mailto:shalyto@mail.ifmo.ru)