



ЭКСПОНЕНТА

Центр Инженерных Технологий
и Моделирования



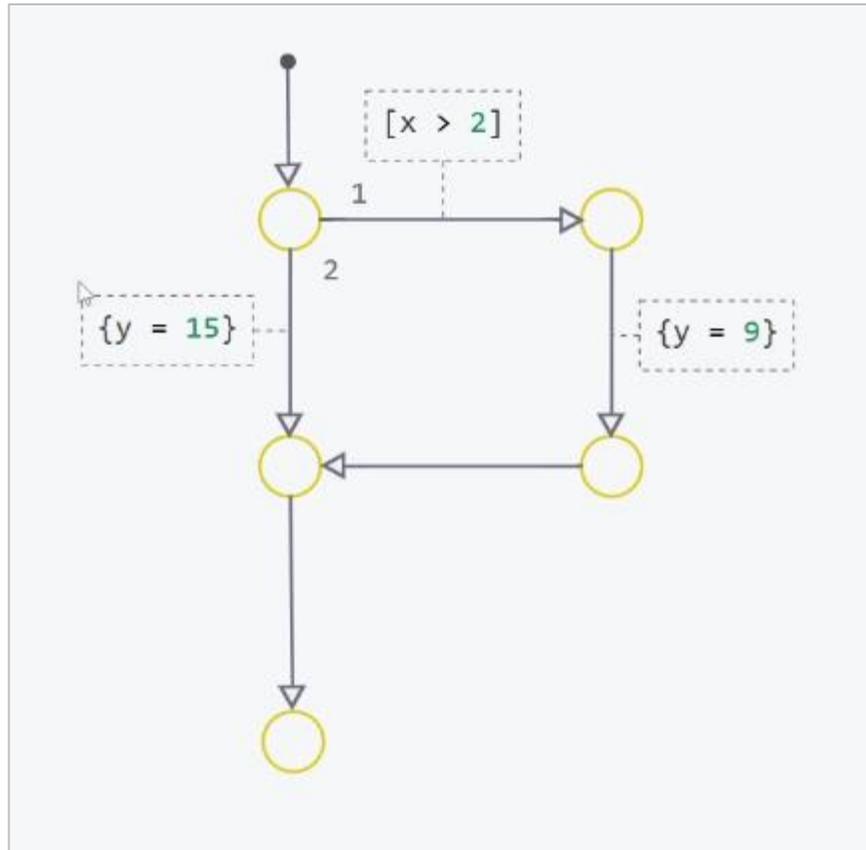
Разработка управляющей логики с использованием конечных автоматов в Engage

Александр Шелухин
Инженер ЦИТМ Экспонента
21 мая 2025 г.

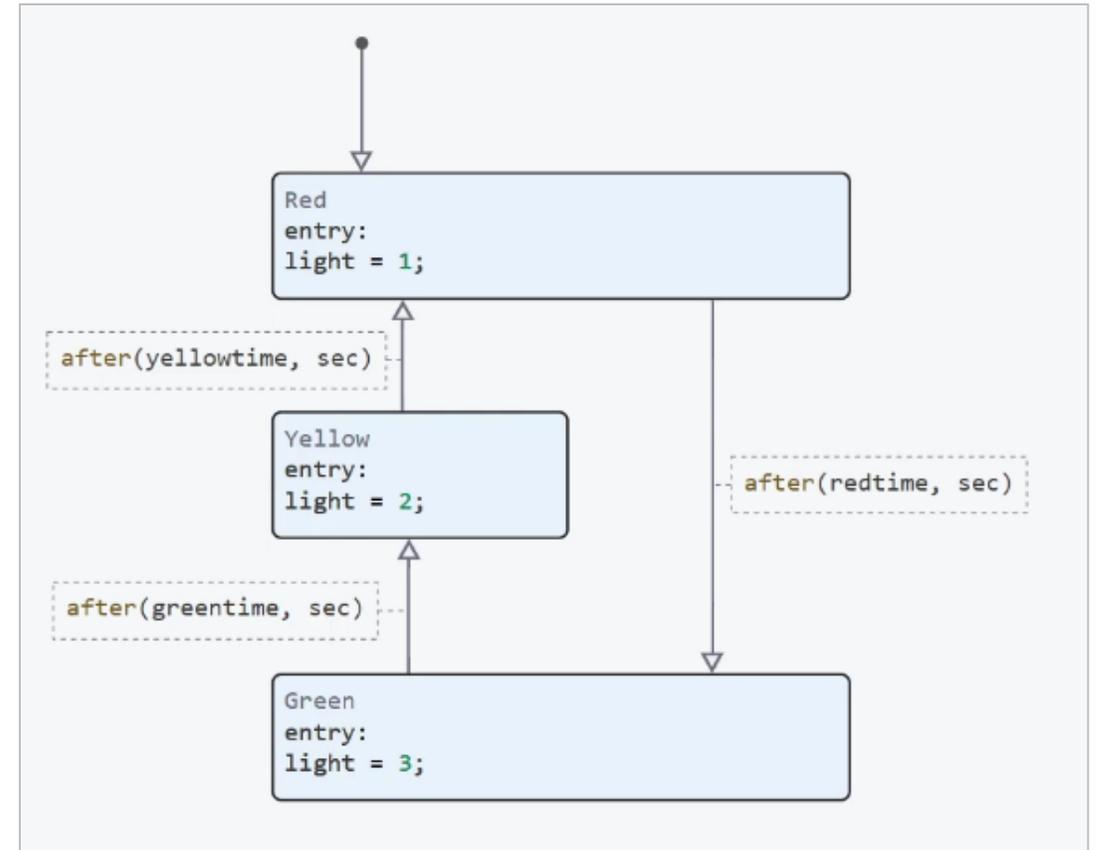
План вебинара

- Основы использования библиотеки «Конечные автоматы»;
- Возможности отладки и генерации C кода из диаграмм состояний;
- Примеры проектов:
 - Регулятор температуры воздуха;
 - Система управления автоматической коробкой передач;
 - Система управления литий-ионным аккумулятором.

Графы переходов и машины состояний



Граф переходов - представление алгоритмов и процессов



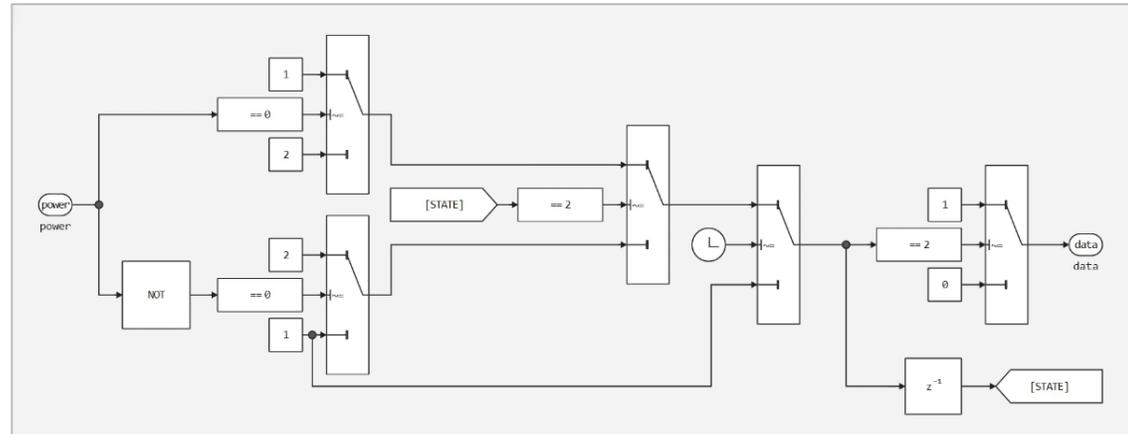
Машина состояний – представление режимов работы системы

Сравнение подходов к разработке управляющей логики

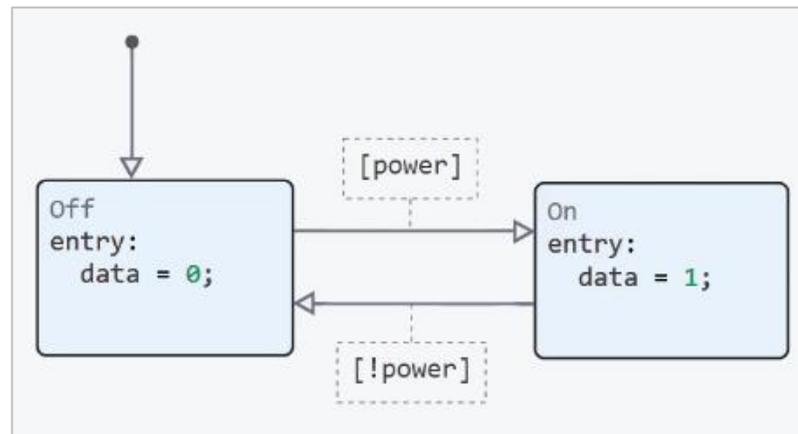
```

1  #include <stdint.h>
2  #include <stdbool.h>
3
4  double FSM(bool power) {
5      static int64_t state = 1;
6      static bool initialized = false;
7
8      double data;
9
10     if (initialized) {
11         if (state == 1) {
12             if (power) {
13                 state = 2;
14             }
15         }
16         else {
17             if (!power) {
18                 state = 1;
19             }
20         }
21     }
22     else {
23         initialized = true;
24     }
25
26     if (state == 1) {
27         data = 0;
28     }
29     else {
30         data = 1;
31     }
32
33     return data;
34 }
    
```

Исходный код



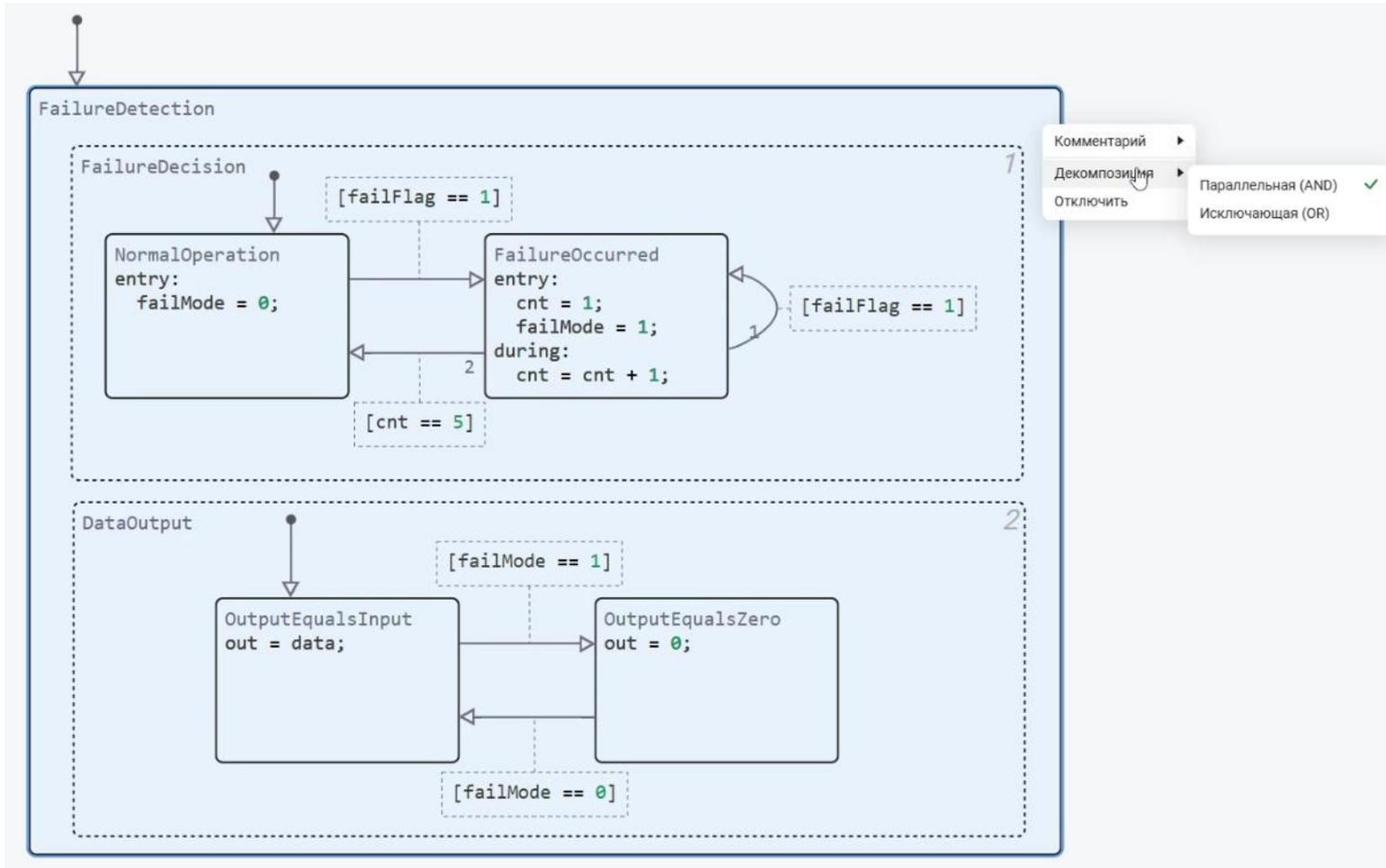
Классические
направленные
блоки



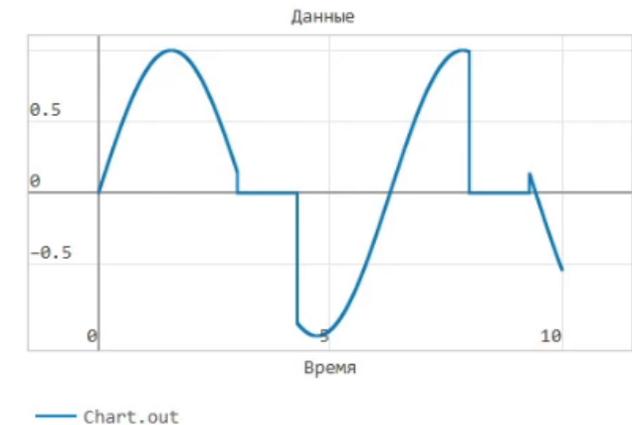
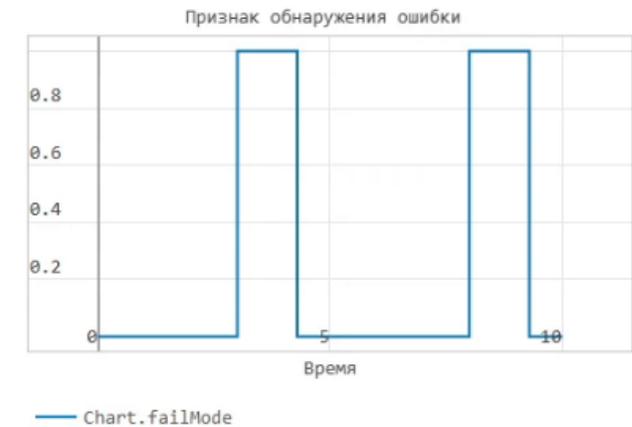
Машина состояний

Наглядность,
масштабируемость
и надёжность

Система обнаружения ошибок

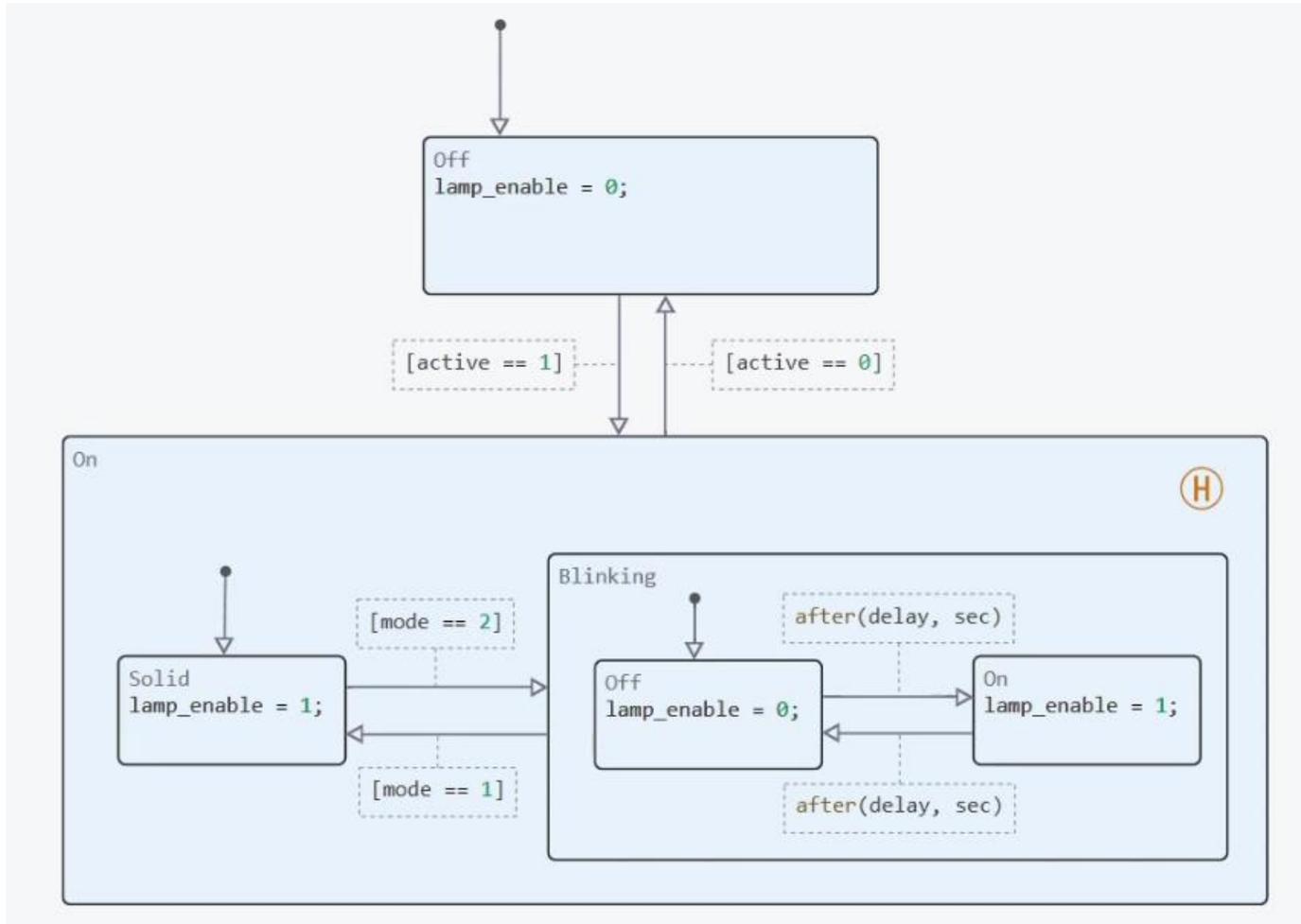


Группы операторов и параллельная декомпозиция

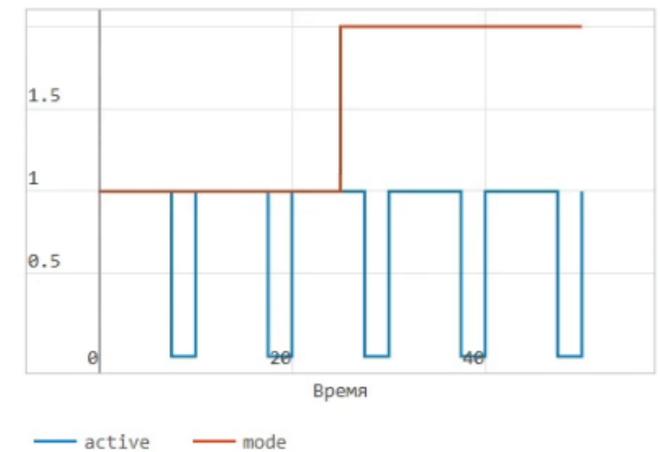
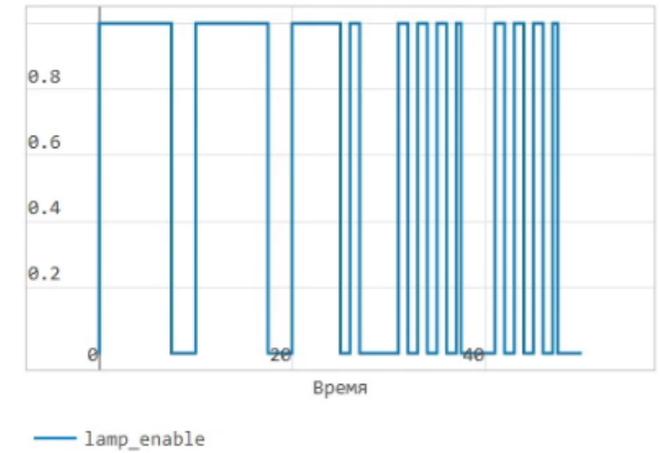


Результаты моделирования

Мигающая лампочка



Узел памяти и темпоральные операторы



Результаты моделирования

Специальные функции

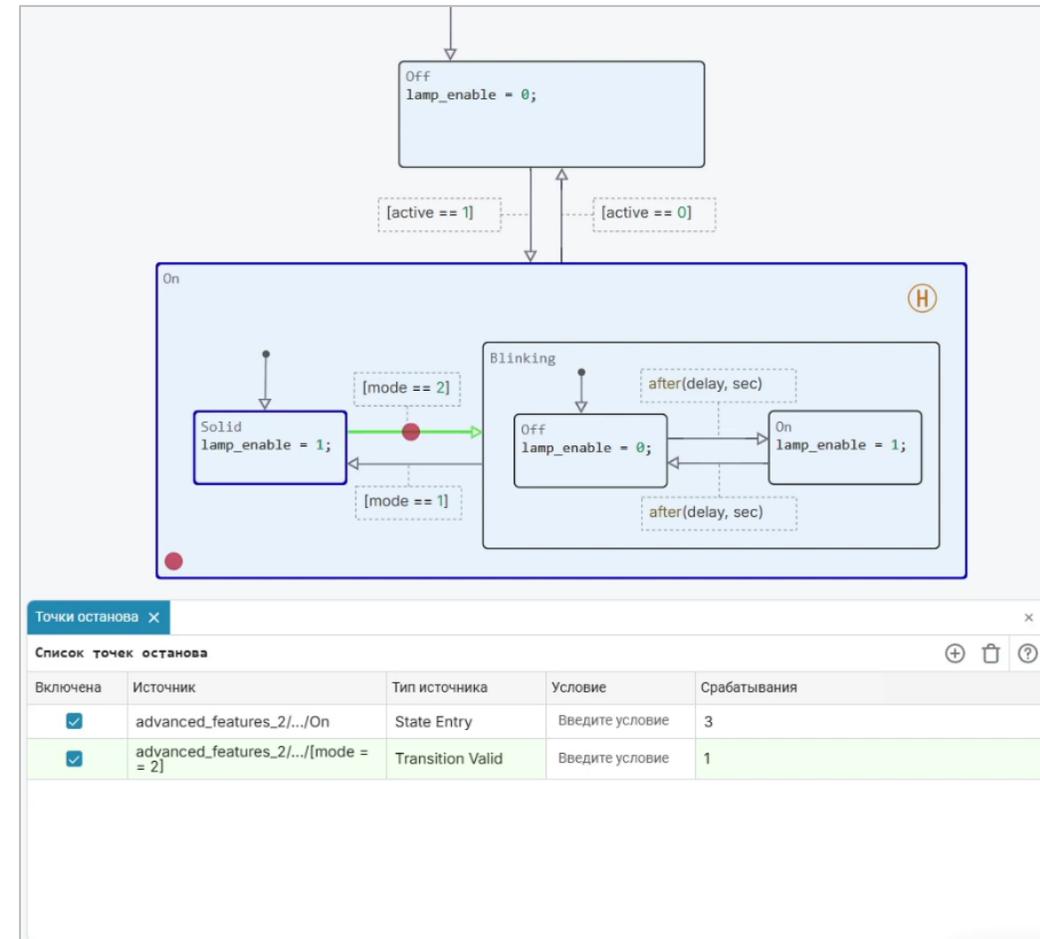
Темпоральные операторы	Индикаторы изменений	Операторы отслеживания фронта сигнала
<ul style="list-style-type: none"> • after • at • before • count • duration • elapsed, et • every • t, getSimulationTime • temporalCount 	<ul style="list-style-type: none"> • hasChanged • hasChangedFrom • hasChangedTo 	<ul style="list-style-type: none"> • rising • falling • crossing

▪ Подробности в [документации](#):

Среда моделирования и симуляции → Конечные автоматы → Элементы → Переход

Возможности отладки

- Отключение узлов, состояний и переходов
- Пошаговое исполнение
- Управление скоростью симуляции
- Мгновенное отображение сигналов
- Подсветка переходов и активных состояний
- Установка точек останова



Автоматическая генерация кода

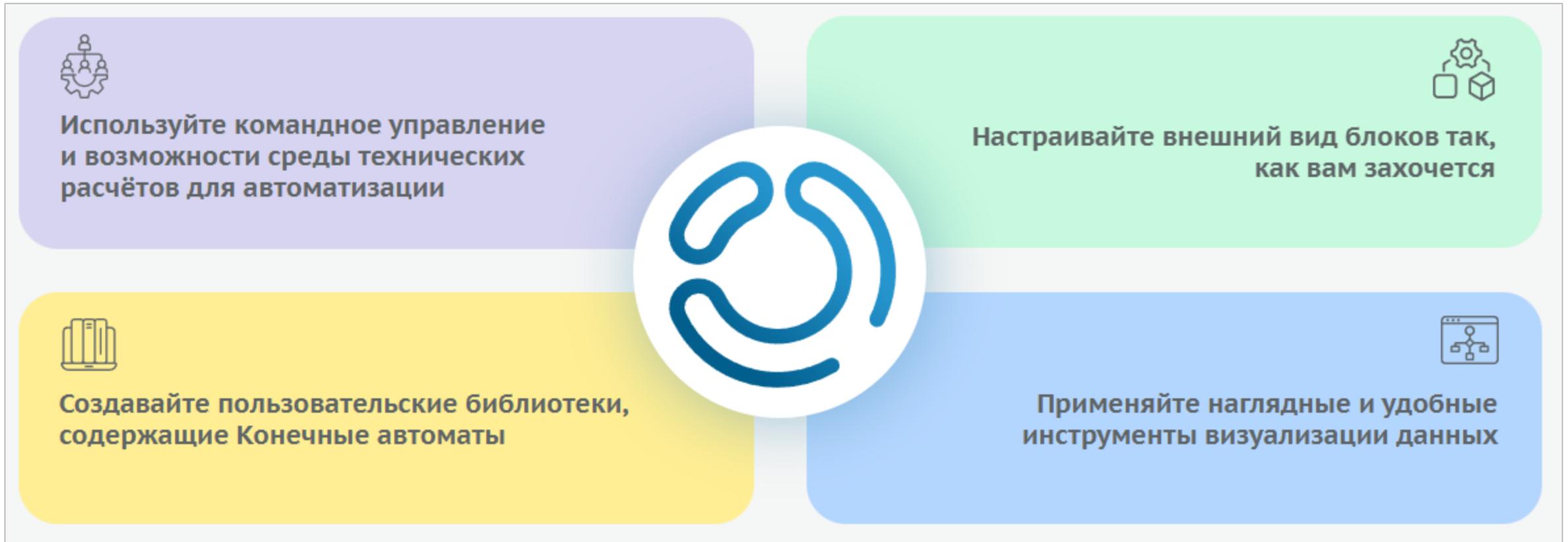
- Модели с конечными автоматами поддерживают автоматическую генерацию С-кода, пригодного для промышленного использования:



Быстрый, компактный, человекочитаемый, переносимый, независимый от Engage, С-код, трассируемый к модели, можно встраивать в стороннее пользовательское ПО и среды разработки, а также запускать на микроконтроллерах и встраиваемых процессорах.

- В сообществе Engage большое количество примеров запуска сгенерированного кода на различных целевых устройствах.
- Возможности генератора кода подробно описаны в [документации](#).

Конечные автоматы – часть среды моделирования



Зрелый инструмент для решения реальных задач!

Статья о библиотеке «Конечные автоматы» на Хабре

alexandershelukhin 16 мая в 18:16

Визуальное проектирование управляющей логики фитнес-браслета

Средний 11 мин 1.4К

Блог компании ЦИТМ Экспонента, Инженерные системы*, Программирование*, Julia*, Matlab*

Тutorial

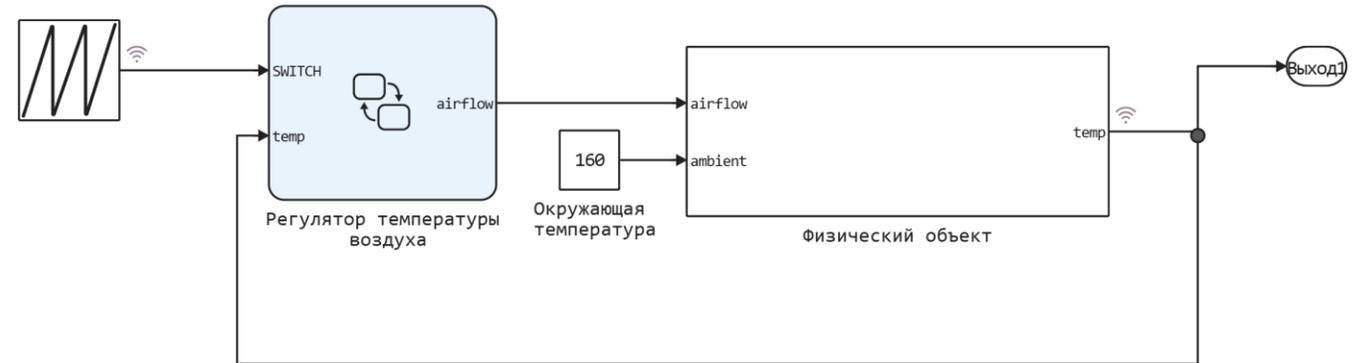
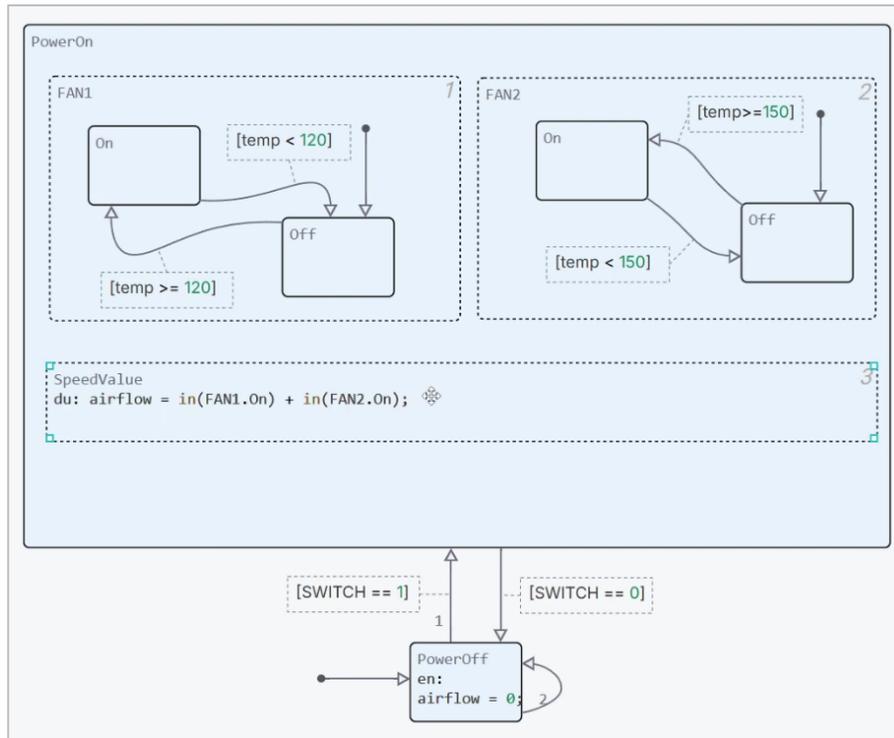
Привет, Хабр!

При разработке технических систем часто приходится описывать управляющую логику, зависящую от множества факторов: времени, событий, текущего состояния устройства и действий пользователя. Например, кофемашина может переключаться между режимами оживания, приготовления напитка и очистки, а квадрокоптер – переходить в режим посадки при

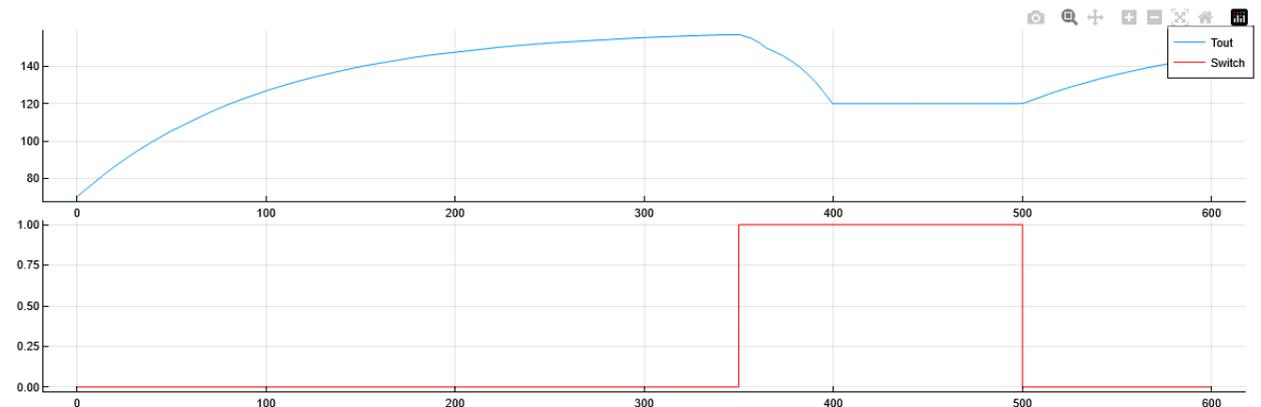


Переходите по [ссылке](#), чтобы узнать, как смоделировать человека на основе конечных автоматов!

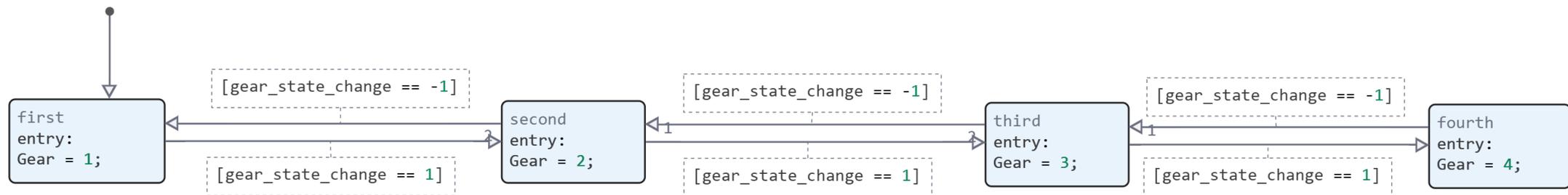
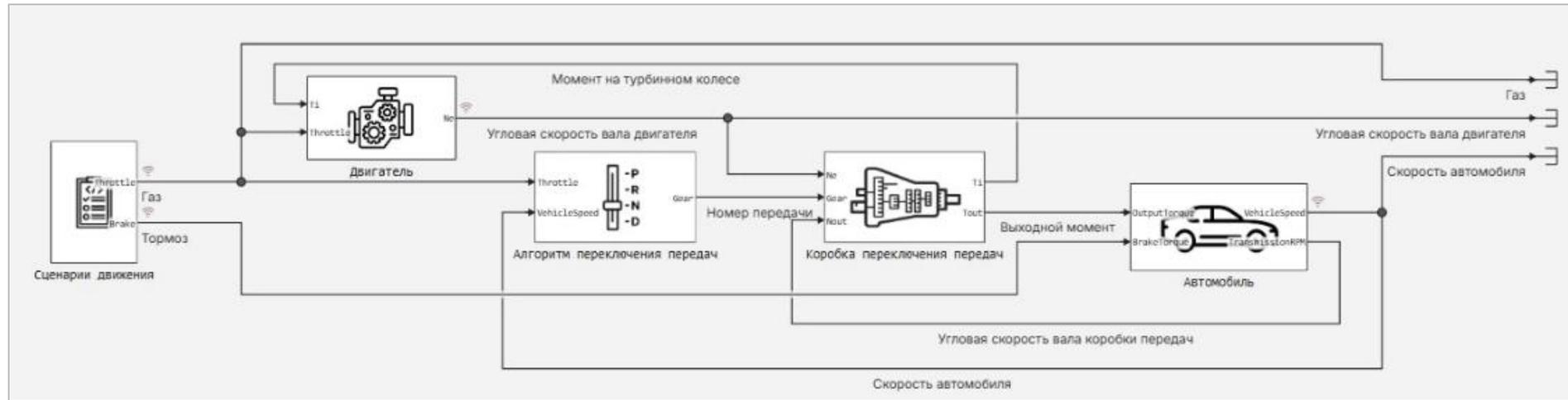
Регулятор температуры воздуха



Регулятор управляет вентиляторами для охлаждения физического объекта до 120 градусов

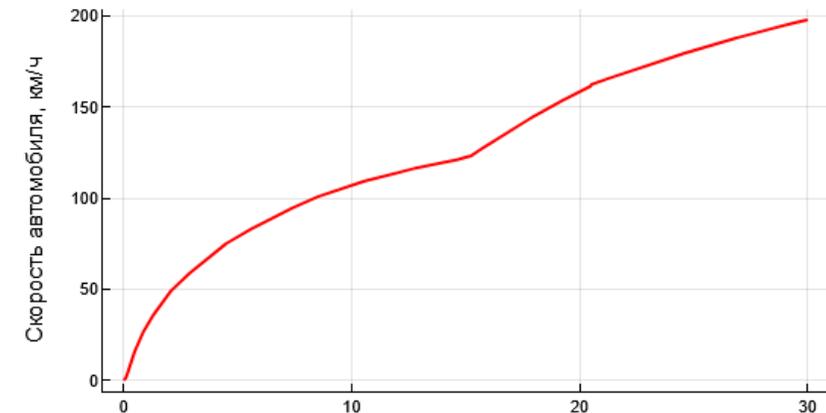
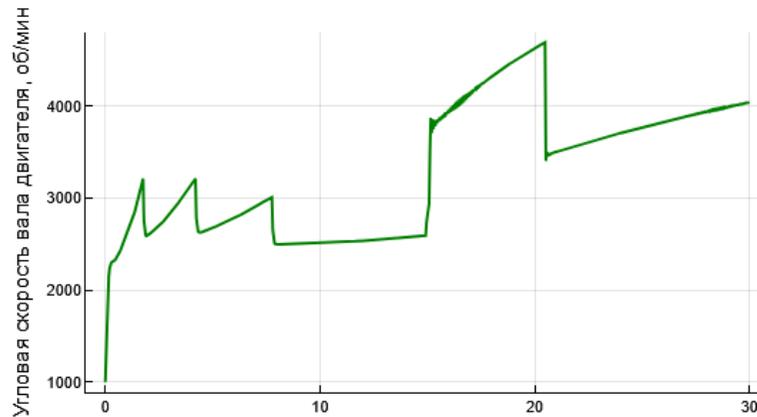
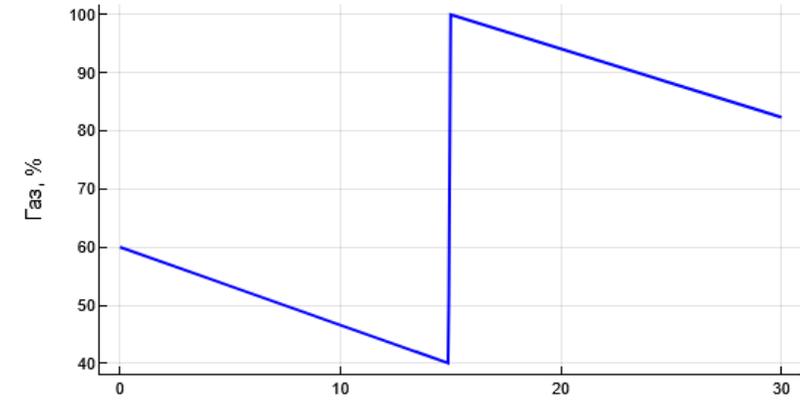
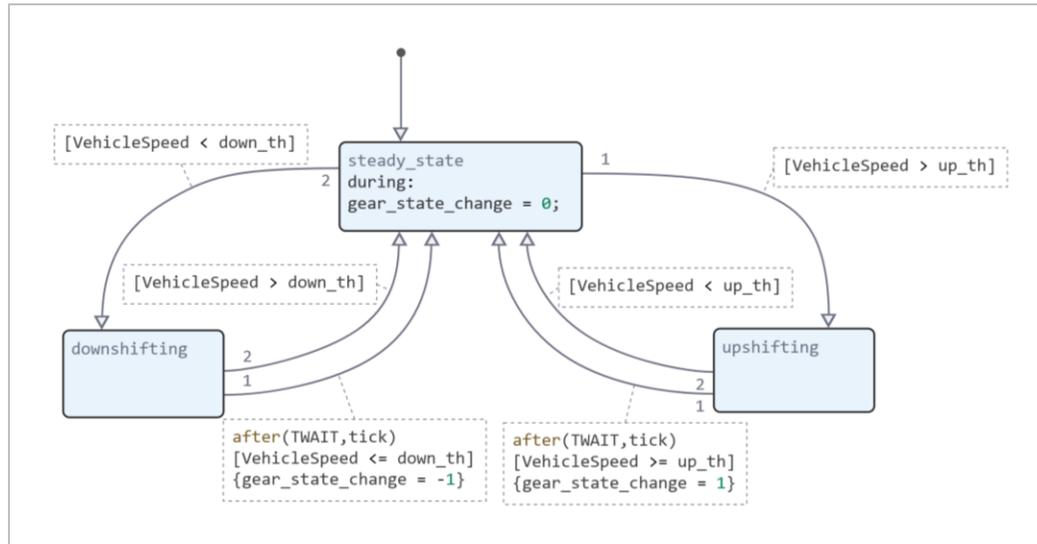


Система управления автоматической коробкой передач

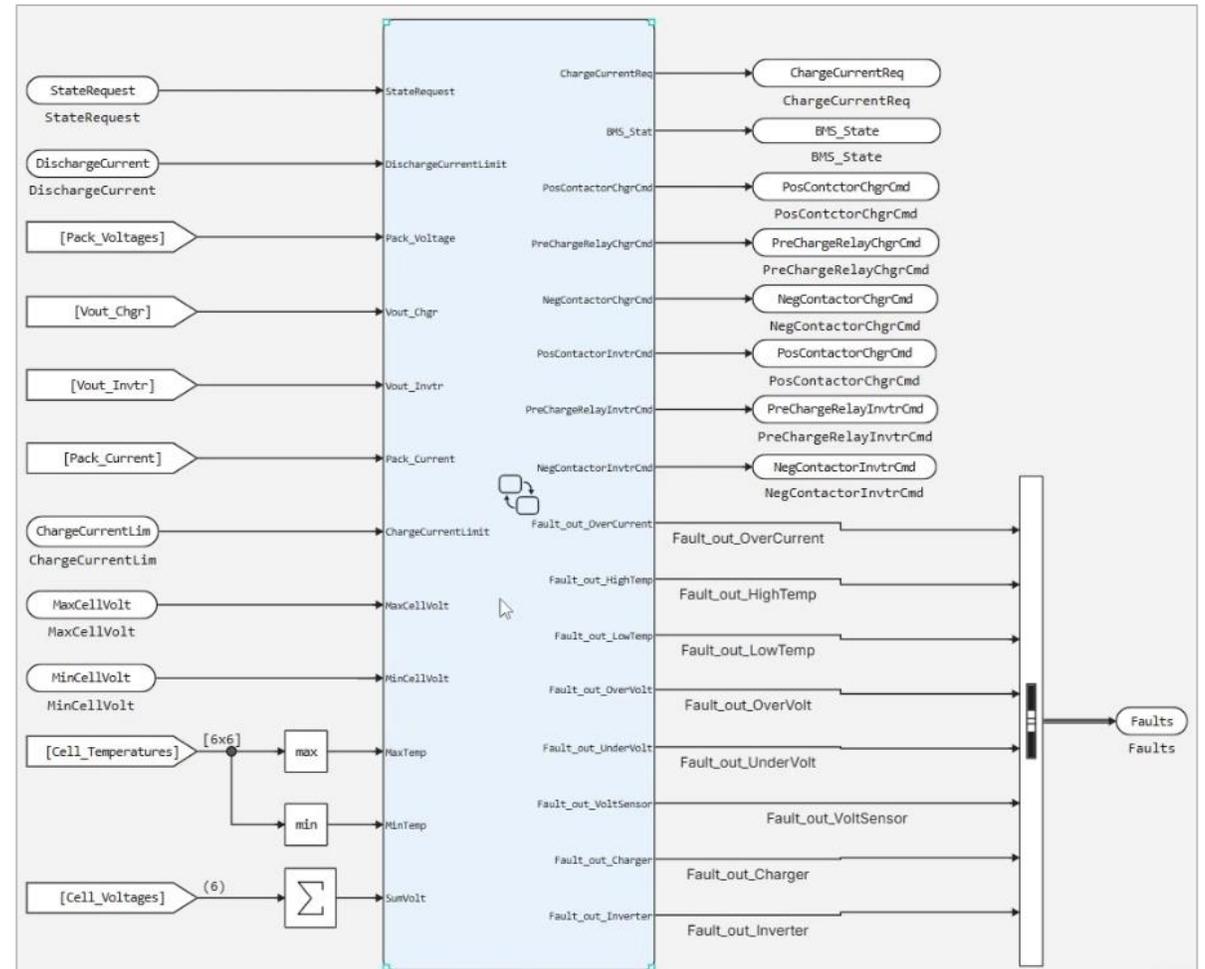
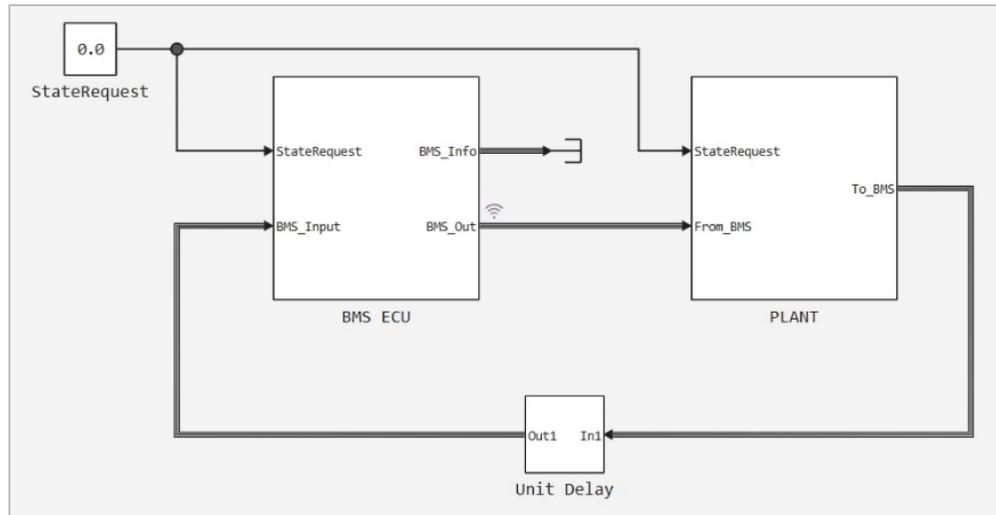


На основе конечных автоматов определяется состояние текущей передачи и их переключение

Система управления автоматической коробкой передач



Система управления литий-ионным аккумулятором



Гарантирует, что аккумулятор будет **безопасно переходить в состояние зарядки и разрядки** и **обнаруживает неисправности**