

## Моделирование организации управления трафиком средствами AnyLogic

---

*Е. Ю. Власова, В. А. Соколов*

*Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова  
E-mail: helenavlasova39@gmail.com, valery-sokolov@yandex.ru*

В статье описано построение имитационной модели управления трафиком на участке транспортной сети; разработанный интеллектуальный контроллер, производящий локальное адаптивное управление перекрестком.

*Ключевые слова:* AnyLogic, имитационное моделирование, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование, модель, дорожное движение, автомобиль, светофор, контроллер, трафик, управление трафиком.

### **Введение**

Транспортная инфраструктура — одна из важнейших инфраструктур, обеспечивающих жизнь городов и регионов. В последние десятилетия во многих крупных городах исчерпаны или близки к исчерпанию возможности экстенсивного развития транспортных сетей. Решение таких задач невозможно без математического моделирования транспортных сетей. Математические модели, применяемые для анализа транспортных сетей, весьма разнообразны по решаемым задачам, математическому аппарату, используемым данным и степени детализации описания движения. Одним из видов математических моделей, позволяющих воспроизводить все детали движения, включая развитие процесса во времени, являются имитационные модели. Они позволяют быстро и с хорошей точностью прогнозировать характеристики сложных систем и оптимизировать существенные параметры, выбирая соответствующие параметры управления. Самым популярным средством построения имитационных моделей сегодня считается среда разработки AnyLogic.

## Содержательная часть

Процесс создания модели управления трафиком на участке транспортной сети можно разделить на три основных этапа:

1. Моделирование движения автомобилей.
2. Моделирование работы светофора.
3. Моделирование управления трафиком.

Для моделирования движения автотранспорта в данной работе использован дискретно-событийный подход. Автомобили представляют собой заявки, т. е. объекты класса Entity. В основе каждой дискретно-событийной модели лежит диаграмма процесса. Простейшая потоковая диаграмма состоит из 5 элементов: source, queue, conveyor, hold и sink. Source создает заявки в настраиваемые моменты времени; queue хранит заявки в определенном порядке; conveyor перемещает заявки по пути заданной длины с заданной скоростью (одинаковой для всех заявок), сохраняя их порядок и оставляя заданные промежутки между ними; hold блокирует/разблокирует поток заявок на определенном участке блок-схемы; sink уничтожает поступившие заявки.

Для наглядности в проект была добавлена карта Красной площади и размечены ломаными линиями пути движения автомобилей. В результате разметки получились траектории движения автомобилей (рис. 1).

Для каждой линии нужно добавить свои объекты queue, conveyor и hold.

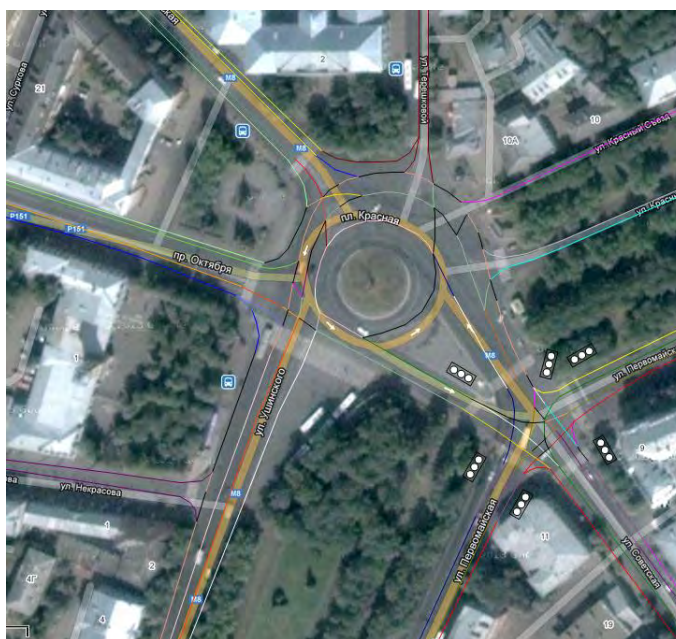


Рис. 1. Карта с разметкой

В результате получилась разветвленная сеть, моделирующая передвижение автомобилей, которые с заданной вероятностью выбирают свою траекторию движения.

Каждый светофор представляет собой индивидуального агента со своими характеристиками, но поведение каждого из них влияет на систему в целом. Поэтому для моделирования работы светофора был использован метод Агентного моделирования и его главный инструмент в среде AnyLogic — диаграмма состояний. Для удобства моделирования и во избежание повторения однотипных действий был разработан отдельный класс Java — Светофор, в котором сама диаграмма состояний, а также параметры, отвечающие за переключение сигналов, являются полями. В дополнение к полям в классе имеются методы, обеспечивающие саму работу со светофором, а также рисунок для графического представления данного объекта на диаграмме (рис. 2).

Центральным звеном разрабатываемой модели является объект контроллер, который управляет работой светофоров. Контроллер определяет время, через которое должны переключаться сигналы светофоров. По истечении заданного времени он посылает светофорам сообщения с помощью ранее определенной функции (рис. 3).

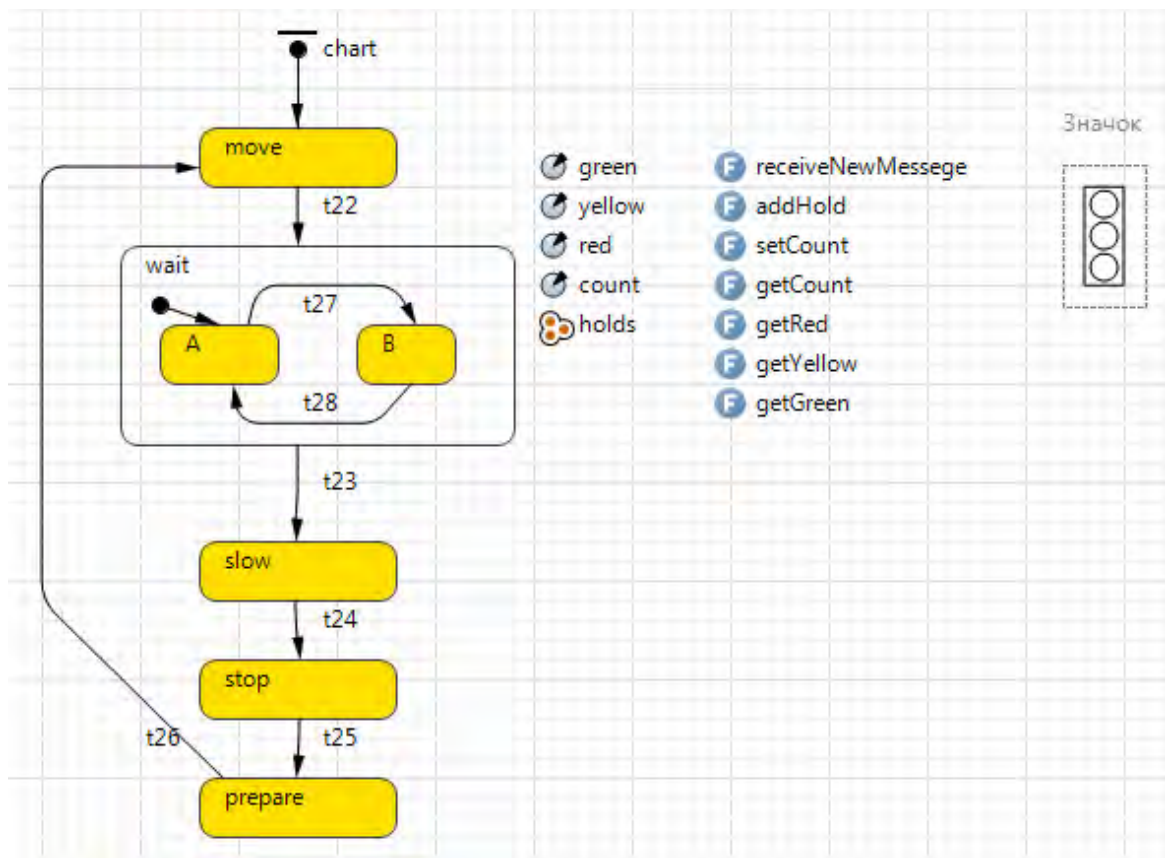


Рис. 2. Класс Светофор

Поступление автомобилей в модель осуществляется в соответствии с непрерывным равномерным распределением с помощью функции `uniform (A, B)`. Параметры `A` и `B` определялись путем визуального исследования трафика движения на площади. Начальным условием для работы контроллера является реальное время работы светофоров на выбранном участке транспортной сети. Это время меняется, когда контроллер начинает учитывать интенсивность трафика на данных улицах.

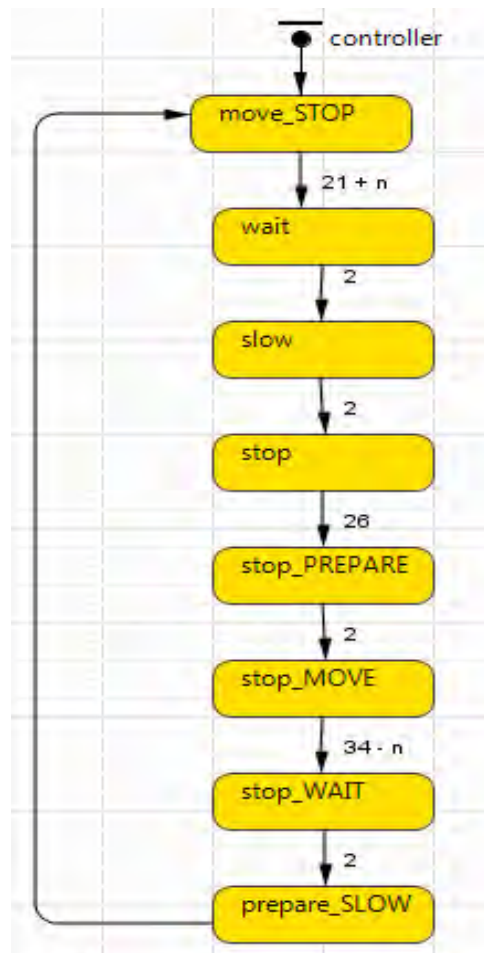


Рис. 3. Контроллер

В рамках данной модели интенсивностью трафика будем считать *количество автомобилей, которые останавливаются на красный свет за одну итерацию работы контроллера.*

Для измерения пропускной способности были определены необходимые отрезки пути. При моделировании движения автомобилей каждой линии на карте соответствует собственный объект `conveyor`. Он отвечает за перемещение автомобилей и может подсчитать количество автомобилей, стоящих на светофоре. Каждому конвейеру определен отдельный параметр, который хранит это значение. В дополнительной диаграмме состояний производится сравнение этих данных для двух пересекающихся улиц, и, в зависимости от результата, определяется количество секунд, на которое будет меняться длительность красного сигнала светофора.

На представленном на рис. 4 графике можно заметить, что при прочих равных условиях для сходной интенсивности

на обеих пересекающихся дорогах показатели длительности красного сигнала разнятся не сильно.

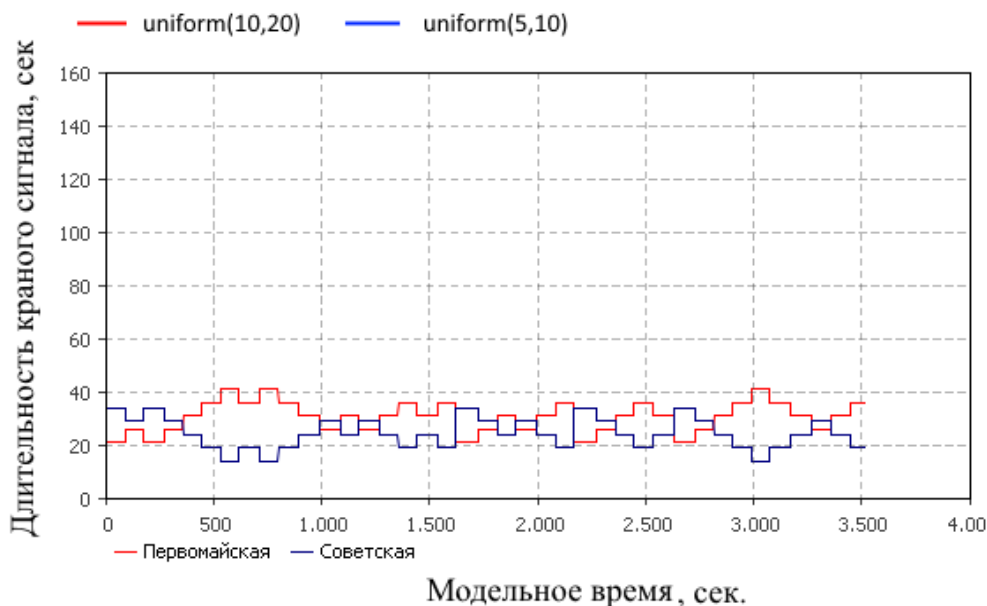


Рис. 4. График длительности красного сигнала

При увеличении интенсивности трафика только на одной из дорог контроллер увеличивает длительность красного сигнала для другой дороги с этого перекрестка (рис. 5).

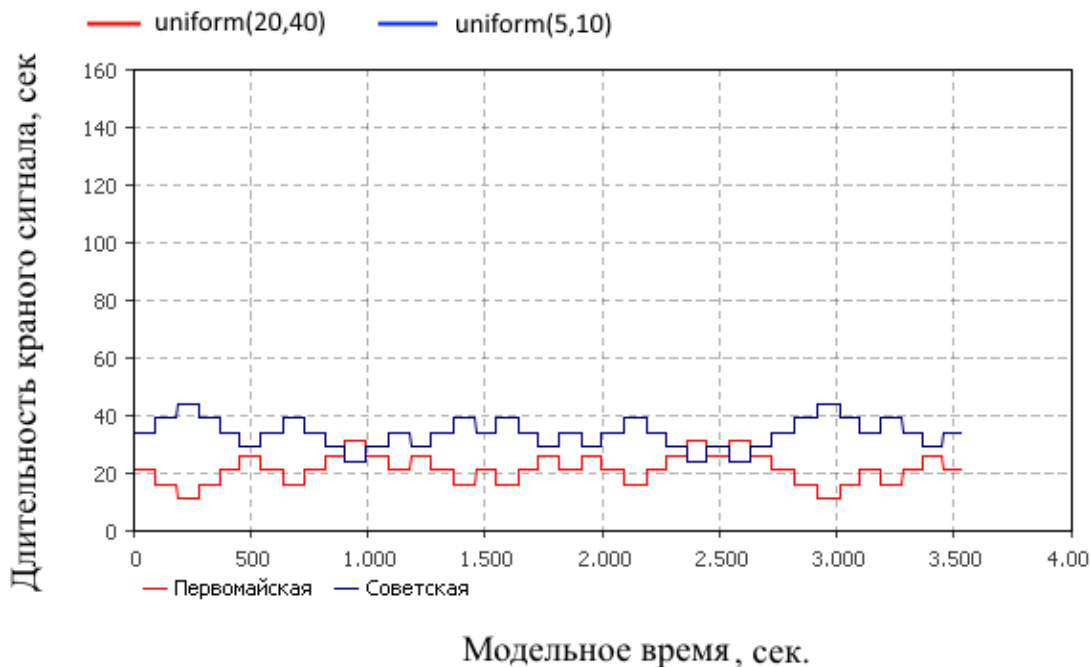


Рис. 5. График длительности красного сигнала при увеличении интенсивности трафика на одной из дорог

## **Заключение**

В результате выполнения данной работы автором были проанализированы характеристики трафика транспортной сети в пределах Красной площади г. Ярославля. На основе полученной информации в среде AnyLogic построена структура данных, описывающая работу светофора, и разработан интерфейс для управления ею. Разработан интеллектуальный контроллер, производящий локальное адаптивное управление перекрестком. Управление производится при помощи перераспределения длительностей светофорных фаз для разных направлений на основании информации об интенсивности трафика участка дороги. Перекресток управляется независимо от соседних перекрестков.

Предложенная модель контроллера позволяет сократить время прохождения участка сети транспортным средством.

## **Ссылки**

1. Боев В. Д., Кирик Д. И., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования. СПб.: ВАС, 2011. 348 с.

2. Гасников А. В., Кленов С. Л. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учебное пособие. М.: МФТИ, 2010. 362с.

3. Мезенцев К. Н. Моделирование систем в среде AnyLogic 6.4.1: учебное пособие. Ч. 1, 2 / под ред. проф. А. Б. Николаева. М.: МАДИ, 2011.

4. Осоргин А. Е. AnyLogic 6: лабораторный практикум. Самара: ПГК, 2011.

5. AnyLogic. Многоподходное имитационное моделирование. URL: <http://www.anylogic.ru/>