



# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 001.57; 658.818; 681.3

## РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРОДА

**А.Г. ЖИХАРЕВ**  
**С.И. МАТОРИН**  
**Н.О. ЗАЙЦЕВА**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru*

Рассматриваются основные аспекты разработки имитационной модели транспортных потоков города с применением системно-объектного метода представления знаний. Представлено описание формальное описание транспортного потока, расширения дороги, сужения дороги, а так же – перекрестка транспортных потоков.

Ключевые слова: имитационное моделирование, системно-объектный метод представления знаний, транспортный поток, перекресток транспортных потоков, дорожная полоса.

Системно-объектный метод представления знаний (СОМПЗ) [1] – это современный метод хранения и обработки организационных знаний, основой которого является технология моделирования сложных систем «Узел-Функция-Объект» [2]. В работе [3] рассматривают возможность применения СОМПЗ для построения имитационных моделей транспортных потоков. Проведенный анализ показал, что средства СОМПЗ позволяют реализовывать имитационные модели транспортных потоков. Рассмотрим подробнее разработку такой модели средствами СОМПЗ.

В соответствии с системно-объектным методом представления знаний, любая модель, построенная с помощью данного метода, представляет собою набор УФО-элементов и потоков, соединяющих данные элементы [1]. УФО – элемент в терминах СОМПЗ представляет собою узел и соответствующий ему узловой объект. Узловой объект – это информационная структура, состоящая из полей и методов. Поля – представляют собою набор характеристики узлового объекта, методы – представляют собою процедуры преобразования входных узловых потоков в выходные [1].

Потоковый объект, в терминах СОМПЗ, представляет собою информационную структуру, которая имеет определенный набор полей и не имеет методов.

Формально, узловой объект описывается с помощью следующего выражения:

$$G = [I_i = a_i; I_j = a_j; I_n = F(I_i)I_j; I_m = b_m] \quad (1)$$

где:

$I_i$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит значение входного потока  $a_i$  и, соответственно, имеет такой же тип данных;

$I_j$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество) которое содержит значения выходного потока  $a_j$  и имеет такой же тип данных;

$l_n$  – метод объекта (может представлять собой набор или множество), преобразующий входные потоки узла в выходные.

$l_m$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит основные характеристики данного объекта ( $b_m$ ).

Потоковый объект представляет собою подобную конструкцию, как в выражении (1), только здесь отсутствуют методы и обязательные поля, соответствующие входным и выходным потокам узла. Формально, потоковый объект описывается в виде:

$$a_i = [l_j = b_j] \tag{2}$$

где:  $a_i$  – потоковый объект с именем «а»;  $l_j = b_j$  – поля потокового объекта с некоторыми значениями  $b_j$ .

Для разработки модели транспортных потоков города, необходимо определить, что будет являться узлами модели и соответствующими узловыми объектами, и потоковыми объектами. В роли потоковых объектов будем рассматривать полосу для движения на дороге, в роли узлов и соответствующих узловых объектов – любые разветвления полос для движения, перекрестки и т.п. Таким образом, узлами модели будут расширения дорог, сужения дорог и перекрестки. Рассмотрим примеры визуализации расширения и сужения дороги в терминах СОМПСЗ.

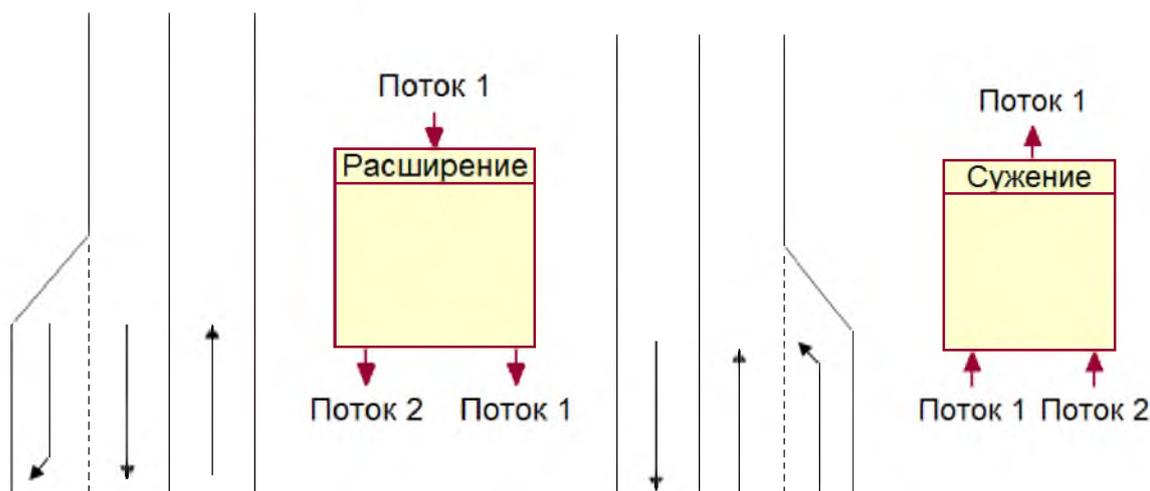


Рис. 1. Визуальное представление расширения дороги – слева, сужения дороги – справа

Визуальное представление перекрестка рассмотрено авторами в работе [1]. Далее для построения модели, необходимо определиться с структурой потоковых и узловых объектов. Как говорилось ранее, связь на диаграмме представляет собою транспортный поток, поэтому для полноценного описания потокового объекта, необходимо определиться с характеристиками транспортного потока. В работе предлагается использовать следующее описание потокового объекта имитационной модели транспортных потоков:

**flow[distance, number, forward, right, left, back],**

где: **flow** – идентификатор транспортной полосы;

**distance** – протяженность транспортной полосы в метрах;

**number** – количество автомобилей в полосе на текущий момент времени;

**forward** – возможность движения прямо в конце полосы;

**right** – возможность движения направо к концу полосы;

**left** – возможность движения налево в конце полосы;

**back** – возможность движения в обратном направлении в конце полосы.

Поля транспортной полосы: **forward, right, left** и **back** представляют собою логические переменные и могут принимать значение **true** или **false**. Поле хранит истинное значение, если разрешено движение данным направлением, иначе поле –



ложное. Остальные поля транспортной полосы принимают любые числовые значения больше нуля.

Узловой объект, в соответствии с выражением (1), характеризующий расширение или сужение полосы будет иметь следующую структуру:

**extension[flows!, flows?, F(flows?)flows!]**, где:

**extension** – идентификатор узлового объекта;

**flows!** – поля узлового объекта, соответствующие выходным потокам;

**flows?** – поля узлового объекта, соответствующие входным потокам;

**F(flows?)flows!** – метод узлового объекта, описывающий некоторую процедуру обработки входных и выходных потоков.

Для примера рассмотрим расширение дороги в виде, как показано на рисунке 1 слева. Для начала опишем транспортные полосы: **inband**, **outband1**, **outband2**. Визуально на модели, разделение полос будет иметь следующий вид:

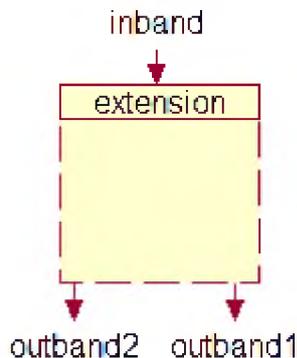


Рис. 2. Раздвоение полосы на имитационной модели

Установим начальные значения полей потоковых объектов:

**inband[distance=322,4, number=17, forward=true, right=false, left=false, back=false];**

**outband2[distance=24, number=2, forward=false, right=true, left=false, back=false];**

**outband1[distance=24, number=1, forward=true, right=false, left=false, back=true].**

Перечисленное описание транспортных полос трактуется следующим образом: входящая полоса **inband** разделяется на две полосы: **outband1** – полоса для движения прямо и в обратном направлении и **outband2** – полоса для движения направо на перекрестке.

Рассмотрим описание узлового объекта, характеризующего расширение дороги:

**extension[outband1!; outband2!; inband?; F(inband?)outband1!,outband2!]**,

Метод рассмотренного узлового объекта можно описать следующим образом:

**F(inband?)outband1!,outband2!{**

**if(inband?.number>=1) {**

**inband?.number = inband?.number-1;**

**outband1!.number = outband1!.number + 0,5;**

**outband2!.number = outband2!.number + 0,5;**

**}**

**}**

Вызов метода узлового объекта будет осуществляться в каждую единицу времени, которая, в свою очередь, определяется параметрами «движка» модели. В описании метода сперва проверяется наличие автомобилей в входящей полосе, если оно больше или равно единицы, тогда поле входящей полосы, где хранится количество автомобилей уменьшается на единицу, а те же поля выходящих полос увеличиваются на 0.5. Таким образом, моделируется распределение транспорта по двум полосам в отношении 50х50.



Узловой объект, характеризующий перекресток, имеет подобную структуру как у узлового объекта расширения дороги, единственное отличие: у перекрестка имеется ряд дополнительных полей, отражающих сигнал светофора, среднее время пересечения перекрестка автомобилем и др.

В перспективе планируется выпуск новой версии программного инструментария UFO-toolkit, где будут автоматизированы все описанные возможности системно-объектного метода представления организационных знаний.

*Исследование поддержано грантом РФФИ, рег. номер 13-07-12000*

#### Список литературы

1. Жихарев, А.Г. О системно-объектном методе представления организационных знаний [Текст] /А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, Е.М. Маматов, Н.Н. Смородина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 8 (151) выпуск 26/1.
2. А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, М.В. Михелев, Н.В. Цоцорина «Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей»// Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – №1(56).- Вып. 9/1. – 2009. С. – 86-95.

### DEVELOP TOOLS AND METHODS OF SIMULATION OF TRAFFIC FLOW OF THE CITY

**A. G. ZHIKHAREV**  
**S.I. MATORIN**  
**N.O. ZAITSEVA**

*National research university  
Belgorod state university*

*e-mail: zikharev@bsu.edu.ru*

The basic aspects of developing a simulation model of traffic flow of the city using a system-object method for knowledge representation. The description of the formal description of traffic, road widening, narrowing the road, as well as – the crossroads of traffic flows.

Keywords: simulation, system-object method of knowledge representation, traffic flow, intersection traffic flow, traffic lane.