

## РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ANYLOGIC В ВОПРОСАХ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА КАРАГАНДЫ

**А.В. Баширов**, канд. техн. наук, зав лабораторией НИИ ЭПИ  
**Т.А. Ханов**, д-р юрид. наук, профессор, директор НИИ ЭПИ  
**Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза**  
**(Казахстан, г. Караганда)**

DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10236

**Аннотация.** В статье описывается результативность использования программного средства AnyLogic при осуществления компьютерного моделирования. В качестве объекта компьютерного эксперимента выбран фрагмент дороги по улице Ленина города Караганды. Эксперимент по оптимизации транспортного движения, показал соответствие результатов компьютерного эксперимента требованию минимизации выбранной целевой функции Тср. Указаны дальнейшие перспективы проведенного исследования.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, целевая функция, транспортный поток, компьютерный эксперимент, оптимизация дорожного движения, программное средство.

Научно-исследовательский институт экономических и правовых исследований (НИИЭПИ) Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза проводит исследования, за счет средств грантового финансирования, по вопросам организационного обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Казахстан.

В эти исследования активно привлекаются студенты и молодые ученые. Следует отметить, что результаты вышеназванных исследований активно публикуются в открытой печати.

Выбранное средство компьютерного моделирования AnyLogic, разработанное российской компанией The AnyLogic

Company обладает рядом преимуществ. Применительно к нашей ситуации можно отнести развитый набор библиотеки дорожного движения (Road Traffic Library), которое позволяет моделировать движение потоков транспорта с проведением дальнейших экспериментов.

Следует также отметить, что AnyLogic постоянно обновляется и при этом учитываются новые возможности в вопросах модельного (Simulation) и оптимизационного (Optimization) эксперимента

На рисунке 1 показан объект компьютерного моделирования - часть района города Караганды.



Рис. 1. Фрагмент моделирования по улице Ленина г. Караганды

Выбранный фрагмент имеет три перекрестка и две группы светофоров.

Предусмотрено интерактивное изменение параметров эксперимента – интенсивности транспортного потока и параметров переключения светофоров.

Интенсивность транспортного потока ( $I$ ) определяется генерацией машин с использованием элементов CarSource, осуществление движения с помощью элементов CarMove, переключение светофоров заданием параметров  $P_1, P_2, P_3, P_4$ .

При проведении эксперимента в режиме Simulation существует возможность фиксации времени появления и исчезновения машины. Совершенно очевидно, что с увеличением времени наблюдения количество машин будет увеличиваться. Обобщенным параметром является целевая функция  $T_{ср}$ .

Минимизация  $T_{ср}$  является основой оптимизационного эксперимента.

Выбрав фиксированную интенсивность  $I = 400$  авт/час по всем генерациям

CarSource был проведен оптимизационный эксперимент подбора параметров времени переключения светофоров  $P_1, P_2, P_3, P_4$ .

Граничные условия при этом устанавливаются из практического наблюдения. При этом  $P_i(\min) = 10$  с;  $P_i(\max) = 40$  с  $i=1..4$ , а шаг  $h=10$  с.

По умолчанию в программе используются значения параметров  $P\{30;30;30;30\}$ .

В результате осуществления машинного эксперимента в режиме Optimization условия  $T_{ср} \rightarrow \min$  соответствуют значения параметров  $P\{20;20;10;20\}$ .

На рисунке 2 представлены результаты этого эксперимента. На этом рисунке, в частности, представлена оптимальная комбинация и динамика изменения значений  $T_{ср}$  при различных комбинациях компьютерного подбора комбинации параметров. Из графика на рисунке 2, в частности, видно широкий размах возможных значений  $T_{ср}$ .

## Model2 : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	100	22
Функционал:	139.454	57.688
Параметры	Copy best	
$p_1$	20	20
$p_2$	10	20
$p_3$	40	10
$p_4$	20	20

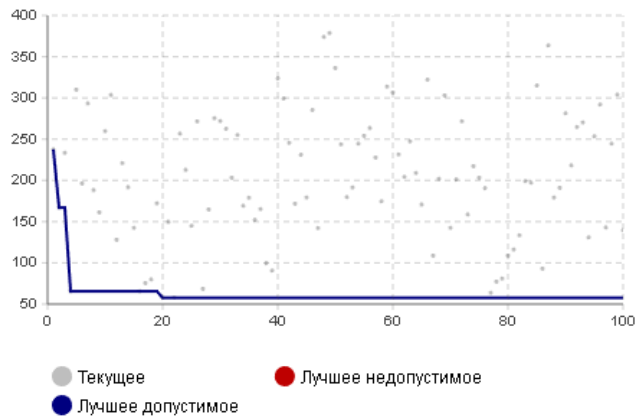


Рис. 2. Результаты оптимизационного эксперимента с интенсивностью потока  $I = 400$  авт/час

Для проверки адекватности выбранных параметров по умолчанию была выбрана комбинация  $T_{ср1} \{30;30;30;30\}$ , другой комбинацией является найденная оптимизация  $T_{ср2} \{20;20;10;20\}$  и третьей  $T_{ср3} \{20;20;20;10\}$  –инверсных (противоположных) параметров по отношению к найденной оптимизации  $T_{ср2}$ .

Используя комбинации значений значения  $T_{ср1} T_{ср2}; T_{ср3}$  выполненного оптимизационного эксперимента были выполнены эксперименты в режиме Simulation. Эксперименты проводились при тех же значениях интенсивности  $I=400$  авт/сут с заранее известными значениями параметров  $P_1, P_2, P_3, P_4$ .

Эксперименты Simulation проводился с нарастанием N-количества генерируемых машин. Как уже было сказано случаю Tcr1 соответствовала комбинация

{30;30;30;30} , Tcr2→ {20;20;10;20};  
Tcr3→ {20;20;20;10}

Результаты экспериментов в режиме Simulation представлены в таблице.

Таблица 1. Зависимости среднего времени существования машин от количества генерируемых машин (при интенсивности I=400 авт/час)

I	N	Tcr1	Tcr2	Tcr3
400	100	56	59	57
	200	68	57	67
	300	75	58	67
	400	82	58	87
	500	98	57	120
	600	136	57	136
	700	156	58	150
	800	187	59	164
	900	198	59	182

Из таблицы очевидно, что случай Tcr2 соответствует условию оптимизации Tcr→min. Именно этот случай был определен как оптимизационный при выполнении компьютерного эксперимента в режиме Optimization. Из таблицы видно насколько это существенно.

В результате следует отметить:

– компьютерная программа AnyLogic является эффективным инструментом выполнения основной задачи исследования – оптимизации по организации обеспечения безопасности дорожного движения;

– основным результатом проведенных исследований является соответствие рекомендуемой комбинации параметров компьютерного эксперимента в режиме Optimization эксперименту в режиме Simulation;

– дальнейшие эксперименты по моделированию фрагментов дорожного движения, возможности изменения интенсивности транспортного потока и подбора параметров по изменению работы светофоров позволят обосновать выбор оптимальной организации дорожного движения в выбранных региональных условиях

**THE EFFICIENCY OF THE SOFTWARE ANYLOGIC TO OPTIMIZE TRAFFIC IN THE CITY OF KARAGANDA**

**A.V. Bashirov**, *Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory, Scientific Research Institute of Epidemiology and Epidemiology*

**T.A. Khanov**, *Doctor of Law, Professor, Director of the Research Institute of EPI*

**Karaganda Economic University of Kazpotreboyz**  
(Kazakhstan, Karaganda)

***Abstract:** The article describes the effectiveness of using the AnyLogic software tool in the implementation of computer modeling. A fragment of the road along Lenin street in Karaganda was selected as the object of the computer experiment. The experiment on optimization of transport traffic showed that the results of the computer experiment correspond to the requirement to minimize the selected target function of the TSR. Further prospects of the research are indicated.*

***Keywords:** computer simulation, target function, traffic flow, computer experiment, traffic optimization, software tool.*