

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-145-151

УДК 656.1

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В GPSS STUDIO

Агапова Е.Г., Попова Т.М.

В научной статье представлено проектирование и создание модели участка транспортной сети (на примере участка сети города Хабаровска), позволяющей без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать эффективные решения по настройке регулируемых параметров. После анализа проблемы дорожных заторов была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности.

Ключевые слова: транспортная сеть; дорожные заторы; имитационная модель; теория сетевого планирования; теория графов.

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF A TRANSPORTATION NETWORK SECTION IN GPSS STUDIO

Agapova E.G., Popova T.M.

The scientific article presents the design and creation of a model of a section of the transport network (using the example of a section of the network of the city of Khabarovsk), which allows making effective decisions on adjusting the regulated parameters without experiments on a real section of the transport network. After analyzing the problem of road congestion, a simulation model of a section of the transport network of the city of Khabarovsk was developed, as close as possible to reality.

Keywords: transport network; traffic congestion; simulation model; network planning theory; graph theory.

Повышение эффективности регулирования городской транспортной сети является менее затратным решением. Оно заключается в перенастройке параметров регулирования транспортной сети, например, светофорных фаз. Современные технологии позволяют автоматизировать процесс перенастройки параметров регулирования. В научных статьях Владимирова С.Н., Кадырова А.С., Токашева Н.С. приведен обзор разработанных методов борьбы с дорожными заторами в мире [1, с. 77–78], [2, с. 70].

Управление движением транспортных средств с помощью имитационного моделирования является эффективным, позволяющее без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать оптимальные решения по настройке регулируемых параметров транспортной сети. Авторами была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности. Модель была реализована с применением среды моделирования GPSS Studio с использованием языка GPSS World. Необходимо отметить, что работа в среде моделирования, никоим образом не изменяет спецификации языка моделирования. Тексты моделей на языке GPSS World, написанные ранее, будут полностью совместимы с GPSS Studio. Важно и то, что среда моделирования позволит использовать все отладочные окна и интерактивные средства стандартного языка GPSS World, если это удобно пользователю и он привык с ними работать. Доступ к ним обеспечен с помощью специальной команды в окне моделирования.

Для разработки модели был выбран участок транспортной сети в городе Хабаровск. Участок содержит регулируемый Т-образный перекресток, три нерегулируемых Т-образных перекрестка, и один нерегулируемый Х-образный перекресток. Также на данном участке находятся три пешеходных перехода, два из которых являются регулируемыми. Данный участок находится в активном районе, в котором расположено большое количество магазинов, жилых домов и других зданий, а также направления движения, проходящие через регулируемый Т-образный перекресток, они ве-

дут к центру города Хабаровск, к аэропорту и к выезду из города. Направление движения на нерегулируемых перекрестках ведут к жилым домам и к южной части города. Таким образом, данный участок транспортной сети характеризуется большой интенсивностью движения, из-за чего на нем часто возникают заторы и дорожно-транспортные происшествия. На рисунке 1 представлен выбранный участок.

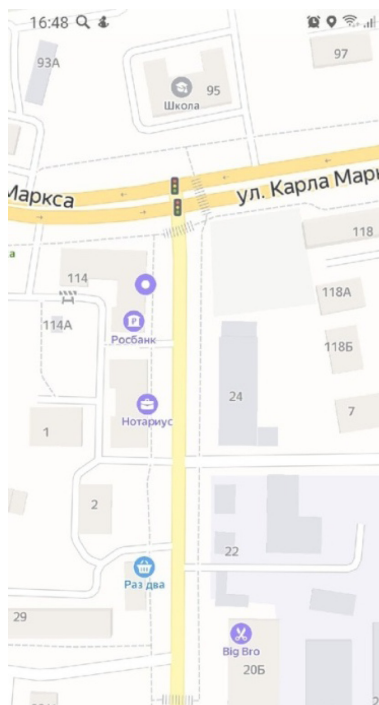


Рис. 1. Участок транспортной сети, выбранный для моделирования

В среде моделирования GPSS Studio был создан проект. В процессе создания структуры модели данной задачи разбили на 28 сегментов (типовых элементарных блоков – ТЭБов). При разработке каждого ТЭБа было определено число входов и выходов, было дано его текстовое описание, заданы параметры и написан на

GPSS World текст модели этого ТЭБа. После создания всех ТЭБов получилась схема, представленная на рисунке 2.

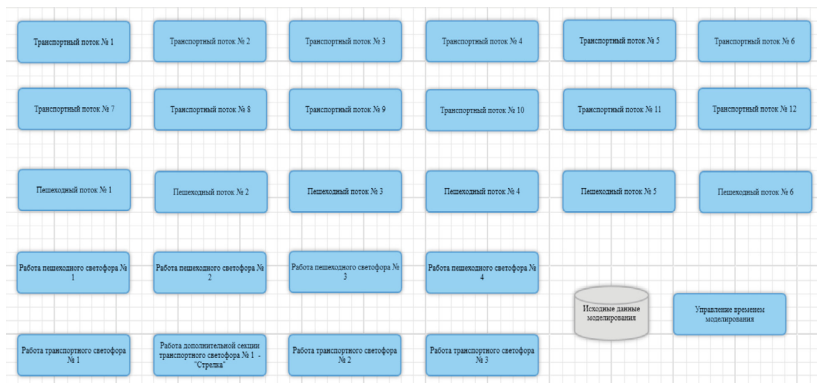


Рис. 2. Структурная схема модели.

На рисунках 2-5 представлены отчеты имитации процесса работы модели.

Модель участка транспортной сети...	Модель участка транспортной сети... *	Модель участка транспортной сети... X	Модель участка транспортной сети...		
Стандартный отчет GPSS World	Начальное время	Конечное время	Кол-во блоков	Кол-во устройств	Кол-во мн.канал. устройств
Общая информация	0	604800	1771	56	16
Имена					
Блоки					
Устройства					
Очереди					
Многоканальные устройства					
Сохраняемые величины					
Будущие события					

Рис. 3. Вкладка «Общая информация» отчета

Модель участка транспортной сети...	Модель участка транспортной сети... *	Модель участка транспортной сети... X	Модель участка транспортной сети...			
Стандартный отчет GPSS World	Метка	Позиция блока	Тип блока	Кол-во тран. вошедших в блок	Кол-во тран. в блоке в конце моделирования	Кол-во тран. ожидающих выполнения спец. условия
Общая информация						
Имена						
Блоки	1	GENERATE	50016	0	0	0
Устройства	2	PRIORITY	50016	0	0	0
Очереди	3	QUEUE	50016	0	0	0
Многоканальные устройства	4	TEST	50016	0	0	0
Сохраняемые величины	5	TEST	50016	0	0	0
Будущие события	6	TEST	50016	0	0	0
	7	TEST	50016	0	0	0
	8	SEIZE	50016	0	0	0
	9	DEPART	50016	0	0	0

Рис. 4. Вкладка «Блоки» отчета

Модель участка транспортной сети...		Модель участка транспортной сети...		Модель участка транспортной сети... X	
Стандартный отчёт GPSS World					
Общая информация		Имя / номер		Кол-во тран. ожидающих выполнения спец. условия	
Имена				Значение сохраняемой величины в конце моделирования	
Блоки					
Устройства		PESHEHOD_SVETOFOR_1		0	
Очереди		PESHEHOD_SVETOFOR_2		0	
Многоканальные устройства		PESHEHOD_SVETOFOR_3		0	
Сохраняемые величины		PESHEHOD_SVETOFOR_4		3.000	
Будущие события		STRELKA_SVETOFOR_1		0	
		AVTO_SVETOFOR_1		0	
		AVTO_SVETOFOR_2		0	
		AVTO_SVETOFOR_3		3.000	

Рис. 5. Вкладка «Сохраняемые величины» отчета

В ходе испытания, над моделью было проведено несколько экспериментов по настройке регулируемых параметров. Поскольку на реальном участке транспортной сети невозможно регулировать количество транспортных средств и пешеходов, а также из-за плотной застройки участка транспортной сети (т.е. невозможностью добавления полос движения), были приведены эксперименты с пешеходными переходами, транспортными и пешеходными светофорами. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Испытание модели

Испытание	Результат	Причина испытания
Увеличение зеленого светофорного цикла для транспортных светофоров № 1 и № 2	Образуются значительные пробки со стороны улицы Промышленной	На данном участке большой поток транспортных средств, который образует продолжительные пробки
Увеличение зеленого светофорного цикла для транспортного светофора № 3	Транспортные средства незначительно задерживаются со стороны улицы Промышленной, а также незначительно увеличились заторы со стороны улицы Карла Маркса	Т.к. со стороны улицы промышленной идет большой поток транспортных средств, то для сокращения заторов было решено увеличить зеленый светофорный цикл

Окончание табл. 1.

Добавление нерегулируемого пешеходного перехода на улице Промышленной между перекрестком № 2 и перекрестком № 3	Транспортные средства незначительно задерживаются на данном участке, пропуская пешеходов	В процессе сбора статистической информации было обнаружено, что некоторым пешеходам необходимо переходить дорогу в данном месте, но из-за отсутствия поблизости пешеходного перехода им приходится проходить большое расстояние. Так как пешеходов на данном участке было замечено не много, то было решено добавить нерегулируемый пешеходный переход
Увеличение зеленого светофорного цикла для пешеходных светофоров № 1 и № 2	Образуются пробки с обеих сторон от пешеходного перехода	На данном участке большой поток пешеходов, поэтому было решено увеличить время

В дальнейшем модель может быть расширена, с помощью добавления других участков сети. Это позволит проводить анализ транспортной ситуации, выявлять проблемные места и принимать решения по их устранению.

Результаты проведения экспериментов показали, что регулирование рассмотренного перекрестка является, в целом, эффективным, с незначительными недочетами, которые можно исправить для улучшения транспортной ситуации.

Список литературы

1. Владимиров С. Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // Известия МГТУ. 2014. №1 (19). С. 77–84.
2. Кадыров А.С., Токашева Н.С. Анализ и предложения по проблеме устранения автомобильных пробок (дорожных заторов) // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-2 (22). С. 69–72.

References

1. Vladimirov S. N. Transportnye zatory v uslovijah megapolisa // Izvestija MGTU. 2014. №1 (19). S. 77–84.

2. Kadyrov A.S., Tokasheva N.S. Analiz i predlozhenija po probleme ustraneniya avtomobil'nyh probok (dorozhnyh zatorov) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 3-2 (22). S. 69–72.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Агапова Елена Григорьевна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000614@pnu.edu.ru

Попова, Татьяна, Михайловна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000511@pnu.edu.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Agapova Elena Grigoryevna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000614@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0002-2824-6294

Popova Tatyana Mikhajlovna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000511@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0003-4759-9500