



11. Karelin N.I., Sharov M.I. K voprosu povysheniya effektivnosti raboty intermodal'nykh uzlov prigorodnogo zhelezno-dorozhnogo passazhirskogo transporta Irkutskoi aglomeratsii [On the issue of improving the efficiency of intermodal nodes of the suburban railway passenger transport of the Irkutsk agglomeration]. *V sbornike: REZUL'TATY NAUCHNYKh ISSLEDOVANIЙ Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [In the collection: RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference]. In: Sukiasyan A.A. (ed.-in-chief), 2016, pp. 46–52.
12. Olentsevich V.A., Gozbenko V.E. Analiz prichin narusheniya bezopasnosti raboty zheleznodorozhnoi transportnoi sistemy [Analysis of the causes of violation of the safety of the railway transport system]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern technologies. System analysis. Modeling], 2013, No. 1 (37), pp. 180–183.
13. Kusakabe T., Iryo T., Asakura Y. Estimation method for railway passengers' train choice behavior with smart card transaction data. *Transportation*, vol. 37, no. 5, pp. 731–749, 2010.
14. Sheffi Y. Urban transportation networks: Equilibrium analysis with mathematical programming methods. 1985, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, c 1985.
15. Nakayama S., Kitamura R. Route choice model with inductive learning, pp. 63–70, 2000.
16. Bagchi M., White P. The potential of public transport smart card data. *Transport Policy*, vol. 12, no. 5, pp. 464–474, 2005.
17. Agard B., Morency C., Trépanier M. Mining public transport user behaviour from smart card data. *In 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing-INCOM*, 2006, pp. 17–19.
18. Pelletier M.-P., Trépanier M., Morency C. Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 19, no. 4, pp. 557–568, 2011.
19. Jin J.G., Tang L.C., Sun L., Lee D.-H. Enhancing metro network resilience via localized integration with bus services. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 63, pp. 17–30, 2014.
20. Borthakur D. Hdfs architecture guide. HADOOP APACHE PROJECT <http://hadoop.apache.org/common/docs/current/hdfs-design.pdf>, 2008.

Информация об авторах

Authors

Лебедева Ольга Анатольевна – к. т. н., доцент, доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте», Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: kravhome@mail.ru

Полтавская Юлия Олеговна – к. т. н., ассистент кафедры «Управление на автомобильном транспорте», Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Гозбенко Валерий Ерофеевич – д. т. н., профессор, кафедра «Управление на автомобильном транспорте», Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Lebedeva Ol'ga Anatol'evna – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: kravhome@mail.ru

Poltavskaya Yuliya Olegovna – Ph.D. in Engineering Science, Asst. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Gozbenko Valerii Erofeevich – Doctor of Engineering Science, Prof., the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Для цитирования

For citation

Лебедева О. А. Выбор маршрута передвижения в системе метрополитена / О. А. Лебедева, Ю. О. Полтавская, В. Е. Гозбенко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2018. – Т. 59, № 3. – С. 76–82. – DOI: 10.26731/1813-9108.2018.3(59).76-82.

Lebedeva O. A. Poltavskaya Yu. O., Gozbenko V. E. Selecting a transportation route in the metropolitan system. *Modern technologies. System analysis. Modeling*, 2018, Vol. 59, No. 3, pp. 76–82. DOI: 10.26731/1813-9108.2018.3(59).76-82.

УДК 656.021.2:004

DOI: 10.26731/1813-9108.2018.1(57).82-91

А. А. Ветрогон, М. Н. Крунак

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Российская Федерация

Дата поступления: 15 сентября 2018

ТРАНСПОРТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

Аннотация. Отмечены транспортные проблемы организации жизненного пространства крупных городов. Отражен современный опыт разрешения транспортных проблем. Приведены мероприятия, нацеленные на решение проблемы дорожных заторов. Отмечено, что большую роль в улучшении транспортной ситуации играет компьютерное моделирование дорожного движения. Результаты моделирования объективны, способствуют нахождению оптимального решения транспортных задач (реконструкция городской дорожной сети (УДС), установка дорожных знаков, организация парковочных мест).

Рассмотрены транспортные модели с точки зрения математического аппарата и способа привязки к улично-дорожной сети. Произведен обзор программных пакетов, реализующих микро-, мезо- и макро моделирование автотранспортных сетей и потоков. Выбран проектировочный программный пакет для моделирования проблемных участков крупного города.



Собрана информация для проведения моделирования: действующие схемы движения, интенсивность и распределение транспортных потоков, маршруты общественного транспорта, режимы светофорного регулирования.

Были предложены методы управления транспортными потоками на проблемных участках УДС, а именно: изменение сигнального плана светофора, запрет поворота налево, расширение дороги, организация кругового пересечения. В результате компьютерного моделирования определили наиболее эффективные решения для повышения пропускной способности исследуемых узлов.

Ключевые слова: транспортные потоки, транспортное моделирование, организация дорожного движения.

A. A. Vetrogon, M. N. Kripak

Sevastopol State University, Sevastopol, the Russian Federation

Received: September 15, 2018

TRANSPORT MODELING AS A TOOL FOR EFFICIENT SOLUTIONS OF THE TRAFFIC FLOW MANAGEMENT PROBLEMS

Abstract. *The article draws attention to transport problems of organizing the living space of large cities and reflects modern experience of solution of traffic problems. It shows activities aimed at addressing the problem of road congestion are shown. It is noted that a large role in improving the transport situation is played by computer simulation of road traffic. The results of modeling are objective and contribute to finding an optimal solution of transport problems (reconstruction of the urban road network, signposting, organizing parking spaces).*

The paper considers transport models in terms of the mathematical tools and a method of binding to the road network. An overview of software packages that implement the micro-, meso- and macrosimulations transport networks and flows is produced. The design software package is chosen for modeling of problem areas of the large city.

The authors collected information on the simulations: the existing traffic patterns, intensity and distribution of traffic flows, public transport routes, traffic light regulation modes.

The following methods for traffic control in the problem areas were proposed: changing the signal plan of the traffic light, prohibiting turning to the left, widening the road, organizing the circular intersection.

As the result of computer modeling, the most effective solutions for increase in flow capacity of the explored intersections were defined.

Keywords: *traffic flow, transport modeling, traffic management.*

Введение

Современное общество нуждается в постоянном увеличении объемов транспортного обслуживания, повышении надежности, безопасности и качества перевозок людей и грузов. Транспортные проблемы, как правило, являются комплексными и распространяются в различные области регулирования и управления. Поэтому измерения, наблюдения и моделирование отдельно взятых процессов в транспортном секторе важны для разработки стратегии развития инфраструктуры города.

В крупных городах для поиска эффективных стратегий управления транспортными потоками, нахождения оптимальных решений при проектировании улично-дорожной сети, инженерных сооружений на ней и организации дорожного движения приходится учитывать очень широкий спектр характеристик транспортных потоков, определяемых как внутренними, так и внешними факторами [1, 2].

Транспортное моделирование является одним из инструментов для эффективного решения задач в данной области. Для разгрузки какого-либо транспортного узла обычно предварительно проводят инженерные расчеты, которые основаны на полуэмпирических закономерностях распределения потоков по элементам улично-дорожной

сети (УДС). При этом требуется определить, какое количество транспортных средств будет двигаться по каждому из возможных направлений в случае изменения тех или иных параметров транспортно-го узла [2, 3].

Для решения существующей проблемы необходимо расширять базу применяемых методик анализа дорожной ситуации, в том числе за счет создания имитационных моделей автотранспортных потоков. При изучении движения транспортных потоков очень перспективно мультиагентное моделирование, позволяющее создать имитационную модель, адекватную реальной дорожной ситуации при заданном наборе исходных параметров, и найти оптимальный светофорный режим регулирования.

Математическое моделирование в связке с современными информационными технологиями позволяет создать программную среду, с помощью которой можно конструировать схемы дорожной сети, изменять параметры светофоров и следить (в реальном времени), как это отражается на пропускной способности сети. Виртуальная среда дает возможность в короткие сроки проверить эффективность тех или иных мероприятий, которые направлены на улучшение функционирования УДС города.



С точки зрения математического аппарата транспортные модели делятся:

- на детерминированные;
- стохастические;
- модели-аналоги;
- статические;
- динамические.

Наибольшее распространение получили два способа привязки транспортной модели к УДС. Первый – это граф-модели, когда на электронной географической подоснове (карте УДС) строится граф/орграф, вершины которого отображают узлы УДС, соединенные ребрами. При этом определяются правила обхода графа или, иными словами, организация дорожного движения. Второй – ГИС-модели, когда на электронной карте УДС, разделенной на однородные элементарные участки: узлы, прямолинейные или криволинейные связи и участки их сопряжения, каждому элементу сети задается соответствующее математическое описание.

В настоящее время в мире применяется большое число программных пакетов, реализующих микро-, мезо- и макро моделирование автотранспортных сетей и потоков.

Для решения глобальных градостроительных задач имеются российские разработки: программа Transnet (Институт системного анализа РАН, Москва); программное обеспечение, разработанное НИПИ территориального развития и транспортной инфраструктуры (Санкт-Петербург); ПКМ МАДИ (Москва); программный комплекс по технико-экономическим обоснованиям решений на федеральной сети автомобильных дорог (ГипродорНИИ, Москва); автоматизированная методика расчета пассажиропотоков в генпланах городов и КТС (ЦНИИП градостроительства, Москва). Российские программные продукты не используются без участия их разработчиков, они создавались под конкретных пользователей и для решения конкретных задач [4].

Согласно обзору интернет-ресурсов, к числу достаточно апробированных в развитых странах мира программных продуктов, предназначенных для транспортного моделирования на макроуровне, относятся следующие пакеты: TransCad® (Caliper Corp., USA); EMME/2™ (Montreal University); TRIPS (MVA UK); CUBE (<http://www.citilabs.com>); SATURN (Leeds University, UK, только для транспортных потоков); VISSUM (компонент пакета PTV Vision, PTV AG, Karlsruhe, Germany) [5, 6].

Транспортное моделирование

Для транспортного моделирования были выбраны проблемные участки УДС г. Севасто-

ля. В результате наблюдений в узлах ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе (рис. 1) и ул. Вакуленчука – ул. Университетская (рис. 2) был проведен анализ транспортных потоков, приведенный в табл. 1 и 2.

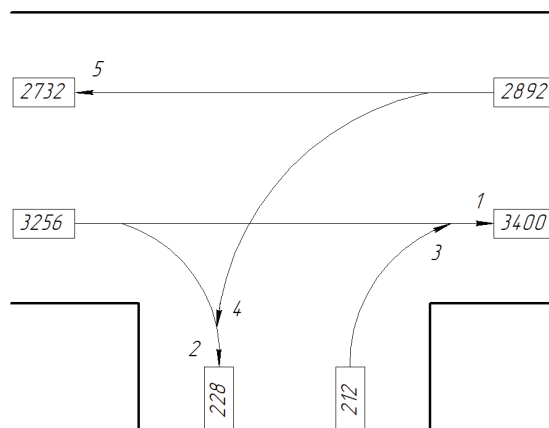


Рис. 1. Картограмма интенсивностей транспортных потоков в узле ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

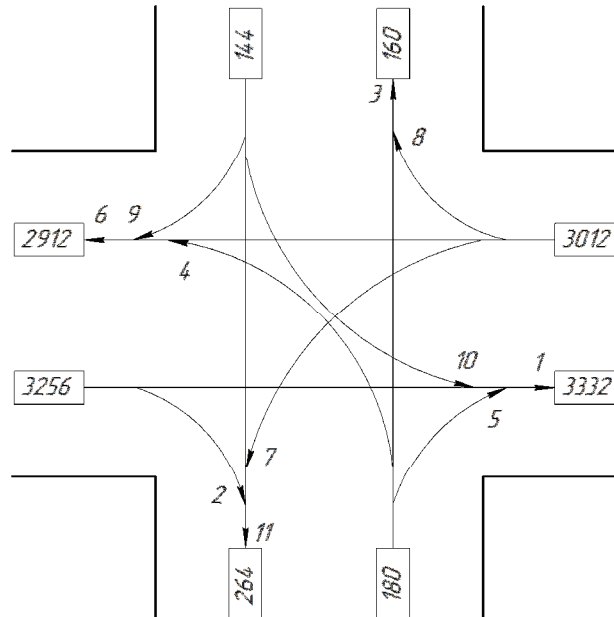


Рис. 2. Картограмма интенсивностей транспортных потоков в узле ул. Вакуленчука – ул. Университетская

Таблица 1
Результаты замера в узле ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

Направление	Интенсивность потока, авт/ч	Распределение потока по маршрутам	Итого, авт/ч
1	3188	98 %	3256
2	68	2 %	
3	212	100 %	212
4	160	6 %	2892
5	2732	94 %	

Таблица 2



Результаты замера в узле ул. Вакуленчука – ул. Университетская

Направление	Интенсивность потока, авт/ч	Распределение потока по маршрутам	Итого, авт/ч
1	3200	96 %	3332
2	132	4 %	
3	36	20 %	
4	92	51 %	180
5	52	29 %	
6	2800	93 %	3012
7	88	3 %	
8	124	4 %	
9	20	14 %	144
10	80	56 %	
11	44	31 %	

Фиксация производилась с помощью двух камер. Съемка производилась одновременно, после чего осуществлялся подсчет количества транспортных средств, движущихся по каждому из маршрутов. Состав транспортного потока: около 98 % – легковые автомобили и 2 % – грузовые автомобили и автобусы.

Также был проведен анализ режимов светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская. Существующие режимы светофорного регулирования на перекрестке показаны на рис. 3.

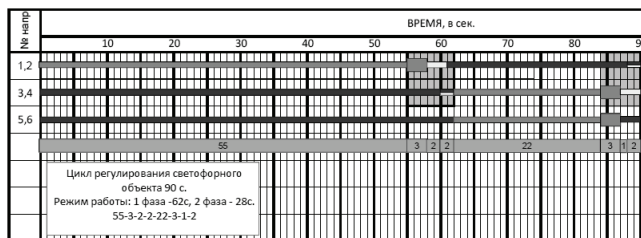


Рис. 3. Существующие режимы светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская

Схема пофазного разъезда на рассматриваемом перекрестке показана на рис. 4.

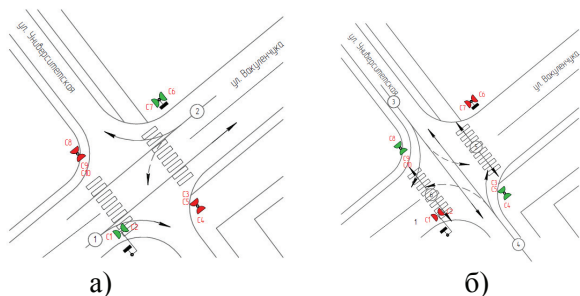


Рис. 4. Пофазный разъезд на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская:
а) фаза 1; б) фаза 2

Для анализа транспортной ситуации в программной среде для имитационного моделирования выполнялось пошаговое построение узлов ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе и ул. Вакуленчука – ул. Университетская [7]. Частью основных исходных данных являлась существующая схема организации дорожного движения (ОДД) (представлена на рис. 5).

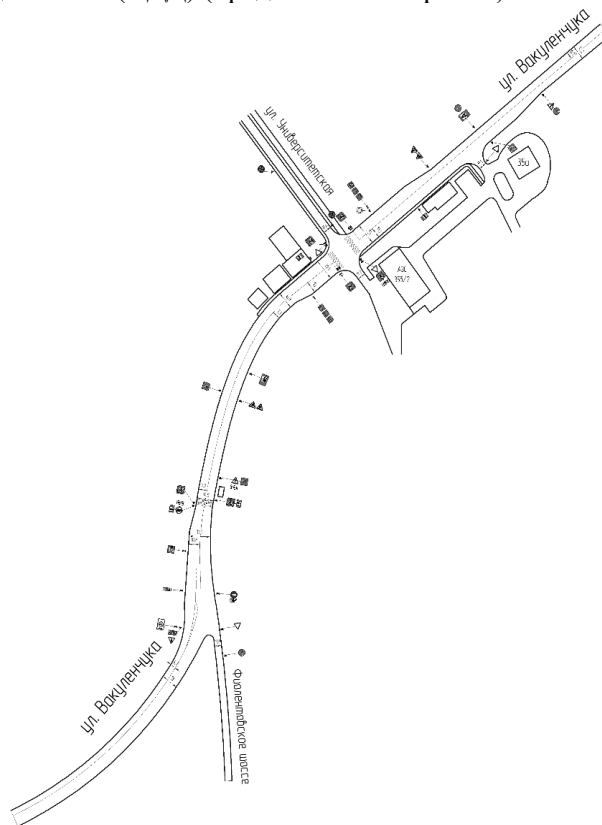


Рис. 5. Существующая схема организации дорожного движения

Самым простым решением является изменение сигнального плана светофора [8]. Для оценки эффективности изменения сигнального плана светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская были произведены замеры параметров движения в разработанной модели.

Для замера были установлены измерительные счетчики времени в пути на участках дорог, примыкающих к перекресткам. Длины участков, соответствующих счетчикам, равны для участка 1 – 220 м (рис. 6), для участков 2 и 3 – 135 м. Отрезки расположены так, чтобы конечная точка замера располагалась до разделения потока транспорта по различным маршрутам движения.



Продолжение таблицы 3

Схема сигналов	65/30	70/30	75/30	80/30	85/30	90/30
Участок 1	2616	2628	2856	2820	2898	2730
Участок 2	2226	2322	2424	2424	2490	2430
Участок 3	2646	2640	2748	2652	2634	2688

Графики зависимости пропускной способности участков при различных режимах светофорного регулирования приведены на рис. 7.

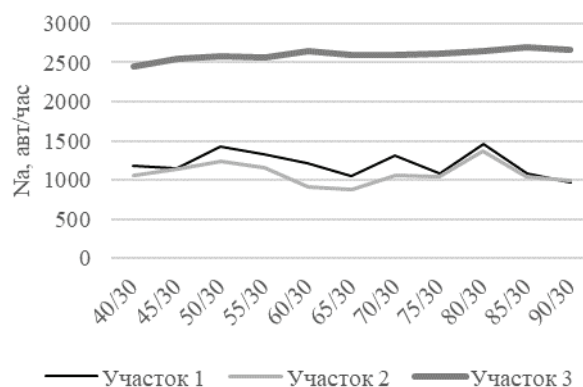


Рис. 7. Пропускная способность

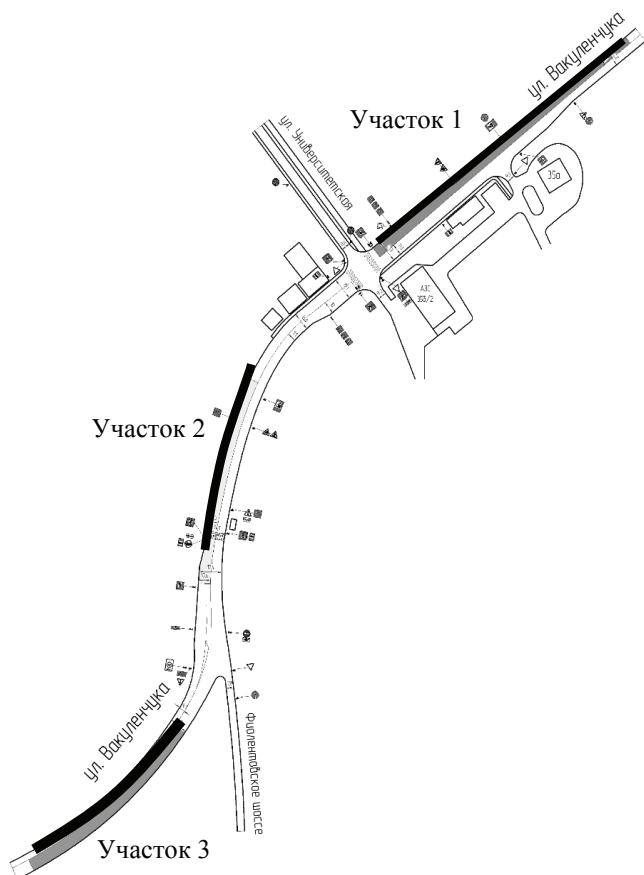


Рис. 6. Участки для определения времени в пути

Для оценки влияния режимов светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская на параметры движения на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе произведем моделирование транспортной ситуации, варьируя сигнальный план светофорной установки.

При этом вторая фаза остается неизменной (30 с), т. к. это время необходимо для прохождения пешеходов по пешеходному переходу. Время первой фазы варьируем в диапазоне от 45 с до 90 с (исходное время 60 с) с шагом 5 с.

Результаты моделирования – пропускная способность рассматриваемых участков при различных режимах светофорного регулирования – приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Пропускная способность участка

Схема сигналов	40/30	45/30	50/30	55/30	60/30
Участок 1	2298	2244	2556	2496	2562
Участок 2	1962	1992	2202	2190	2196
Участок 3	2358	2472	2550	2490	2598

По результатам моделирования предпочтительной схемой сигналов является 80/30 с. При этом пропускная способность участка 1 возрастает на 20 %, участка 3 остается неизменной. Средняя скорость движения на участке 1 возрастает при этом на 60 % – с 6,5 км/ч до 10,5 км/ч.

Рассмотрим основные решения, которые могут быть реализованы на двух исследуемых перекрестках. К таким решениям относятся:

- 1) изменение сигнального плана светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская;
- 2) запрет поворота налево на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская (движение в сторону Камышовой бухты);
- 3) расширение дороги по ул. Вакуленчука;
- 4) кольцевое пересечение в узле ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе;
- 5) установка светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе;
- 6) карман для остановки общественного транспорта после перекрестка ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе.

Был рассмотрен вариант, в котором поворот налево на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская (движение в сторону Камышовой бухты) запрещен, разворот предполагается орга-



низовать на ул. Университетской, предполагается расширение дороги по ул. Вакуленчука после перекрестка ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе с 3 до 4 полос движения (далее схема 1).

Схема ОДД на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе в рассматриваемом случае приведена на рис. 8.

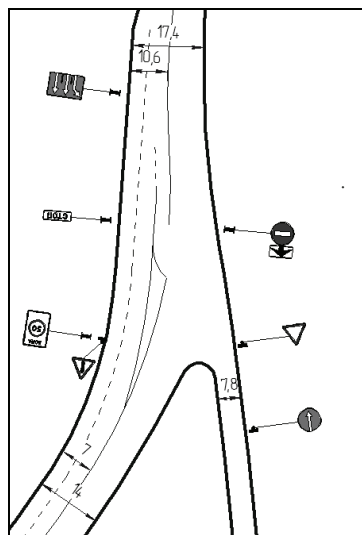


Рис. 8. Расширение дороги по ул. Вакуленчука после перекрестка ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

Результаты моделирования – пропускная способность участков при различных режимах светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская – приведены в табл. 4. Режимы работы светофора используются те же, что и в первом эксперименте, для более наглядного сопоставления результатов.

Таблица 4

Пропускная способность участка

Схема сигналов	40/30	45/30	50/30	55/30	60/30
Участок 1	2382	2322	2514	2496	2526
Участок 2	2052	2082	2154	2190	2172
Участок 3	2514	2628	2550	2622	2640

Продолжение таблицы 4

Схема сигналов	65/30	70/30	75/30	80/30	85/30	90/30
Участок 1	2562	2580	2820	2808	2742	2832
Участок 2	2214	2304	2424	2418	2340	2544
Участок 3	2604	2916	2562	2670	2604	2712

Графики зависимости пропускной способности участков приведены на рис. 9.

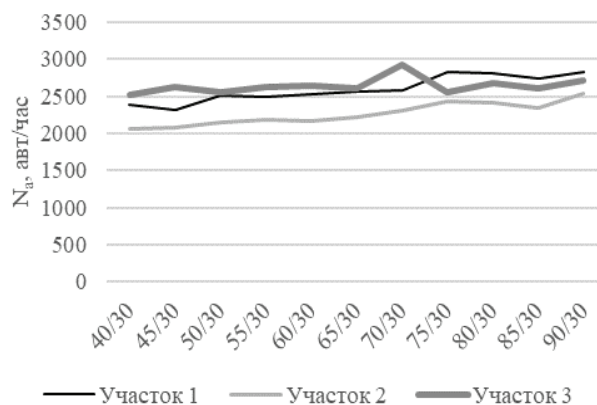


Рис. 9. Пропускная способность

По результатам моделирования предпочтительной схемой сигналов при вносимых изменениях в схему ОДД является 70/30 с. При этом пропускная способность участка 1 возрастает на 113 %, участка 3 – на 10 %. При схеме сигналов 90/30 с пропускная способность участка 1 возрастает на 134 %, участка 3 остается неизменной. Средняя скорость движения на участке 1 возрастает при схеме 70/30 с на 210 % – с 6,5 до 20,1 км/ч, при схеме 90/30 с на 343 % – с 6,5 до 28,65 км/ч. На участке 3 средняя скорость при схеме 70/30 с возрастает на 11 % – с 19,32 до 21,44 км/ч.

Отдельно рассматривался вариант, предполагающий организацию кольцевого пересечения [9] на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе, поворот налево на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская (движение в сторону Камышовой бухты) запрещен, разворот предполагается по кольцу, предполагается расширение дороги по ул. Вакуленчука после перекрестка ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе с 3 до 4 полос движения. Также предусматривается карман для остановки общественного транспорта после перекрестка ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе (далее схема 2).

Схема ОДД на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе в рассматриваемом случае приведена на рис. 10.

Результаты моделирования – пропускная способность рассматриваемых участков при различных режимах светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская – приведены в табл. 5.

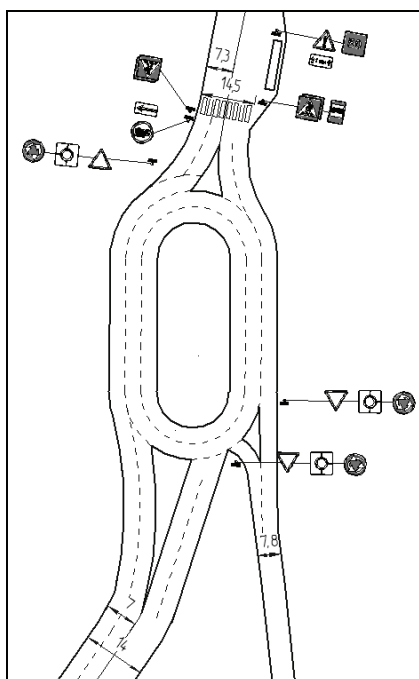


Рис. 10. Кольцевое пересечение в узле ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

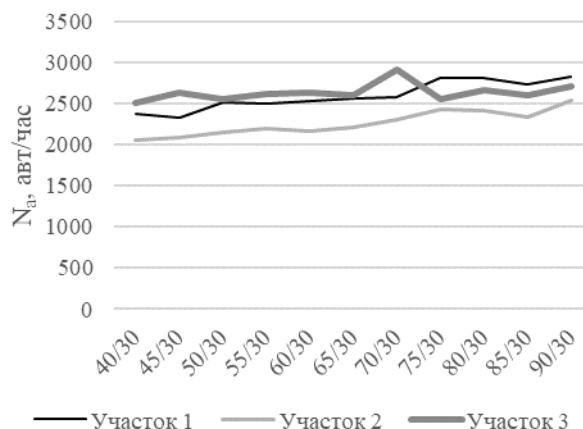


Рис. 11. Пропускная способность

При анализе ситуации, возникающей при организации кольцевого пересечения с приоритетом движения по кольцу, наблюдается увеличение пропускной способности участка 1 в среднем на 100 %. При этом пропускная способность участка 3 падает на величину около 60 %. Следовательно, данный вариант неприемлем.

Также был рассмотрен вариант, при котором схема 1 дополняется установкой светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе (далее схема 3). Данное решение необходимо для повышения безопасности движения на данном перекрестке [10]. В настоящее время поворот налево на этом перекрестке при движении в сторону Камышовой бухты в утренние и вечерние часы осуществляется с согласия водителей, пропускающих поток транспорта в сторону авторынка, что при наличии двух полос для движения создает опасность бокового столкновения. В остальное время поворот налево также остается опасным из-за закрытого поворота и больших скоростей движения транспортных средств.

Схема ОДД на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе в рассматриваемом случае приведена на рис. 12.

Для оценки влияния режимов светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская и на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе на параметры движения по ул. Вакуленчука произведем моделирование транспортной ситуации, варьируя сигнальный план светофорной установки (рис. 13).

Т а б л и ц а 5

Пропускная способность участка

Схема сигналов	40/30	45/30	50/30	55/30	60/30
Участок 1	2298	2172	2388	2328	2424
Участок 2	2208	2166	2232	2304	2292
Участок 3	1230	1302	1104	1152	1098

Продолжение таблицы 5

Схема сигналов	65/30	70/30	75/30	80/30	85/30	90/30
Участок 1	2418	2460	2502	2454	2652	2508
Участок 2	2352	2472	2406	2352	2532	2502
Участок 3	1068	936	1050	1152	894	954

Графики зависимости пропускной способности участков при организации кольцевого пересечения и расширении дорожного полотна, а также при создании кармана для остановки общественного транспорта приведены на рис. 11.

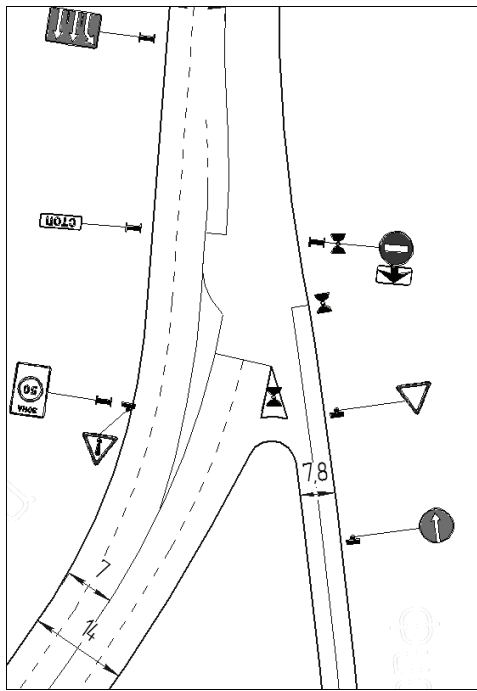


Рис. 12. Установка светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

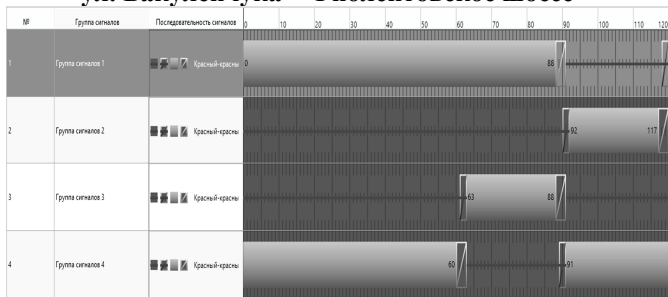


Рис. 13. Сигнальный план светофора на перекрестках ул. Вакуленчука – ул. Университетская, ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе

При этом фазу 2 светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе оставляем неизменной (30 с). Располагаем фазу так, чтобы она заканчивалась одновременно с фазой 1 светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская.

Результаты моделирования – пропускная способность рассматриваемых участков при различных режимах светофорного регулирования на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская – приведены в табл. 6.

Таблица 6

Пропускная способность участка

Схема сигналов	40/30	45/30	50/30	55/30	60/30
Участок 1	2298	2244	2556	2496	2562
Участок 2	1962	1992	2202	2190	2196
Участок 3	2358	2472	2550	2490	2598

Продолжение таблицы 6

Схема сигналов	65/30	70/30	75/30	80/30	85/30	90/30
Участок 1	2616	2628	2856	2820	2898	2298
Участок 2	2226	2322	2424	2424	2490	1962
Участок 3	2646	2640	2748	2652	2634	2358

Графики зависимости пропускной способности участков при запрете поворота налево на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская (движение в сторону Камышовой бухты), расширении дороги по ул. Вакуленчука, установке светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе приведены на рис. 14.

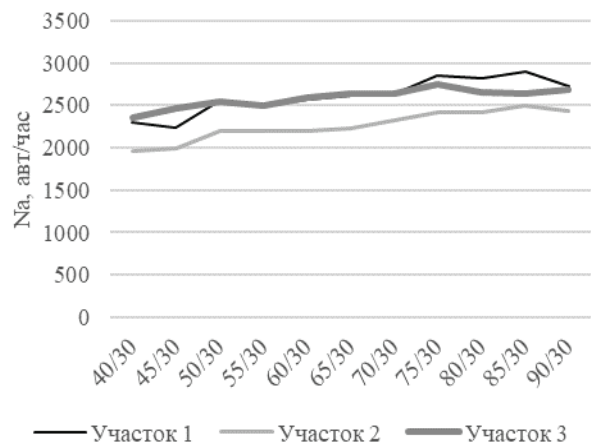


Рис. 14. Пропускная способность

Анализ результатов моделирования показал, что результаты незначительно отличаются от результатов по аналогичной схеме без светофора.

Таким образом, повысив безопасность движения на данном перекрестке путем установки светофора, мы не уменьшаем его пропускную способность и не уменьшаем скорость движения на участках.

Сравнительный анализ пропускной способности исследуемых участков в виде диаграмм представлен на рис. 15–17.

На диаграммах:

- вариант 1 – существующая схема ОДД при различных схемах сигналов светофора;
- вариант 2 – схема 1;
- вариант 3 – схема 2;
- вариант 4 – схема 3.

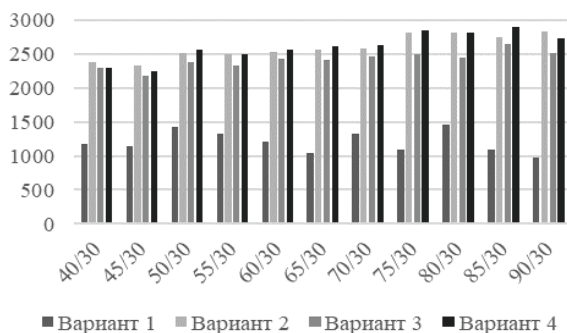


Рис. 15. Пропускная способность. Участок 1

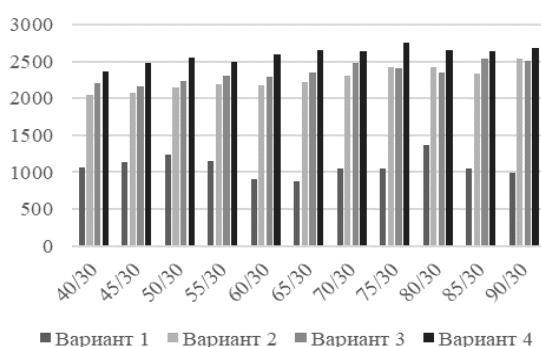


Рис. 16. Пропускная способность. Участок 2

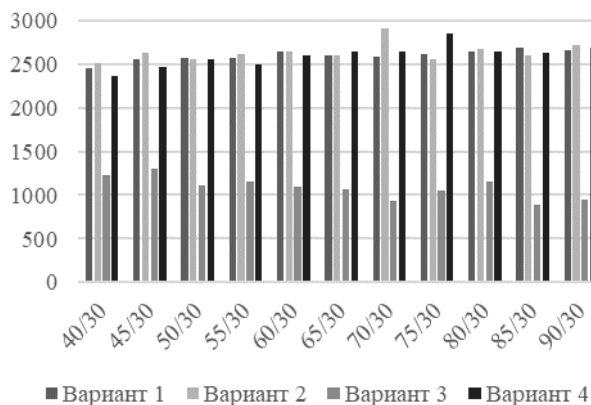


Рис. 17. Пропускная способность. Участок 3

Заключение

Наиболее эффективным оказалось решение, сочетающее следующие мероприятия: запрет поворота налево на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская (движение в сторону Камышовой бухты), расширение дороги по ул. Вакуленчука, установка светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – Фиолентовское шоссе, изменение сигнального плана светофора на перекрестке ул. Вакуленчука – ул. Университетская, увеличение цикла с 90 с до 105 с (75/30 с вместо 60/30 с).

Данный комплекс решений позволит повысить пропускную способность по направлению в сторону ул. Меньшикова – на 8 %, по направлению в сторону пр. Октябрьской революции – на 136 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков. Автомат. и телемех., 2003, № 11, С. 3–46.
2. Алиев А.С. Попков Ю.С., Швецов В.И. Математическое моделирование транспорта в ИСА РАН [Статья] // Компьютерные модели развития города: труды семинара 29 апреля 2003 г., Санкт-Петербург, Смольный. – СПб : Наука, 2003 г. – С. 78–89.
3. Горев А.Э., Бёттгер К., Прохоров А.В., Гизатуллин Р.Р. Основы транспортного моделирования: Практическое пособие.– СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2015. – 168 с., ил.
4. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов / М.Р. Якимов. – М.: Логос. – 188 с.
5. Полтавская Ю.О., Крипак М.Н., Гозбенко В.Е. Оценка условий движения транспортных потоков с применением геоинформационных технологий// Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск, 2016. Номер 1 (46). – С. 155–161.
6. Крипак М.Н., Лебедева О.А. Оценка состояния улично-дорожной сети крупного города // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск, 2016. – Номер 3 (51). – С. 171–174.
7. Куфтинова Н.Г. Моделирование транспортных потоков на регулируемом перекрестке с помощью программных средств // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития : материалы V Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 23 апр. 2018 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 170–172.
8. Карманов Д.С. Морозов Г.Н., Сабаралева С.Т. Влияние типа управления светофорным объектом на параметры транспортного потока // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: Изд-во Тюменского индустриального университета, 2017. – С. 133–137.
9. Шатов И.А. Муравьева Н.А. Использование программного комплекса PTV VISSIM для анализа эффективности внедрения кругового движения // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного лесотехнического университета-та им. Г.Ф. Морозова, 2016. – Т. 3. – С. 336–340.
10. Кухаренок Г.М., Капский Д.В. Повышение безопасности дорожного движения на основе оценки аварийности на конфликтных объектах // Вестник Белорусско-Российского университета. – Могилев: Издательство Белорусско-Российского университета, 2006. – № 3. – С. 33–38.



REFERENCES

1. Shvetsov V.I. Matematicheskoe modelirovanie transportnykh potokov [Mathematical modeling of traffic flows]. *Avtomat. i telemekh. [Automation and Remote Control]*, 2003, No. 11, pp. 3–46
2. Aliev A.S. Popkov Yu.S., Shvetsov V.I. Matematicheskoe modelirovanie transporta v ISA RAN [Mathematical modeling of transport in ISA RAS]. *Komp'yuternye modeli razvitiya goroda: trudy seminara 29 aprelya 2003 g., Sankt-Peterburg, Smol'nyi [Computer models of city development: Workshop Workshop April 29, 2003, St. Petersburg, Smolny]*. St. Petersburg : Nauka Publ., 2003, pp. 78–89.
3. Gorev A.E., Bettger K., Prokhorov A.V., Gizatullin R.R. Osnovy transportnogo modelirovaniya: Prakticheskoe posobie [Basics of transport simulation: A practical guide.]. St. Petersburg: LLC KOSTA Publishing and Printing Company, 2015, 168 p., il.
4. Yakimov M.R. Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnykh modelei gorodov [Transport planning: the creation of transport models of cities]. Moscow: Logos Publ., 188 p.
5. Poltavskaya Yu.O., Kripak M.N., Gozbenko V.E. Otsenka uslovii dvizheniya transportnykh potokov s primeneniem geoinformatsionnykh tekhnologii [Assessment of traffic flow conditions using geoinformation technologies]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie [Modern technologies. System analysis. Modeling]*. Irkutsk, 2016. No. 1 (46), pp. 155–161.
6. Kripak M.N., Lebedeva O.A. Otsenka sostoyaniya ulichno-dorozhnoi seti krupnogo goroda [Assessment of the state of the road network of a large city]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie [Modern technologies. System analysis. Modeling]*. Irkutsk, 2016, No. 3 (51), pp. 171–174.
7. Kuftinova N.G. Modelirovanie transportnykh potokov na reguliruemom perekrestke s pomoshch'yu programmnykh sredstv [Modeling traffic flows at a regulated intersection using software tools]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy: perspektivy razvitiya : materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Cheboksary, 23 apr. 2018 g.) [Topical areas of research: development prospects: materials of the V Intern. scientific-practical conf. (Cheboksary, Apr. 23, 2018)]*. In Shirokov O.N. et al. (ed.). Cheboksary: TsNS «Interaktiv plyus» Publ., 2018, pp. 170–172.
8. Karmanov D.S. Morozov G.N., Sabaraleeva S.T. Vliyanie tipa upravleniya svetofornym ob"ektom na parametry transportnogo potoka [Influence of the type of control of a traffic light object on the parameters of a transport stream]. *Nazemnye transportno-tekhnologicheskie komplekсы i sredstva. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii [Land transport and technological complexes and means. Materials of the International Scientific and Technical Conference]*. Tyumen': Tyumen Industrial University Publ., 2017, pp. 133–137.
9. Shatov I.A. Murav'eva N.A. Ispol'zovanie programmnoy kompleksa PTV VISSIM dlya analiza effektivnosti vnedreniya krugovogo dvizheniya [Using the software package PTV VISSIM to analyze the effectiveness of the introduction of circular motion]. *Alternativnye istochniki energii v transportno-tekhnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya [Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects for rational use]*. Voronezh : Morozov Voronezh State University of Forestry and Technologies Publ., 2016, 1 : Vol. 3, pp. 336–340.
10. Kukharenok G.M., Kapskii D.V. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na osnove otsenki avariinosti na konfliktnykh ob"ektakh [Improving road safety based on the assessment of accidents at conflict sites]. *Vestnik Belorussko-Rossiiskogo universiteta [Bulletin of the Belarusian-Russian University]*. Mogilev: Belarusian-Russian University Publ., 2006, No. 3, pp. 33–38.

Информация об авторах

Ветрогон Александр Анатольевич – к. т. н., доцент, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, e-mail: vetrogon@sevsu.ru

Крипак Марина Николаевна – к. т. н., доцент кафедры «Автомобильный транспорт», Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, e-mail: marikol@yandex.ru

Authors

Aleksandr Anatol'evich Vetrogon – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., head of the Subdepartment of Automobile Transport, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: vetrogon@sevsu.ru

Marina Nikolaevna Kripak – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. at the Subdepartment of Automobile Transport, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: marikol@yandex.ru

Для цитирования

Ветрогон А. А. Транспортное моделирование как инструмент для эффективного решения задач в области управления транспортными потоками / А. А. Ветрогон, М. Н. Крипак // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2018. - Т. 59, № 3. - С. 82–91. - DOI: 10.26731/1813-9108.2018.3(59).82-91.

For citation

Vetrogon A. A., Kripak M. N. Transport modeling as a tool for efficient solutions of the traffic flow management problems. *Modern technologies. System analysis. Modeling*, 2018, Vol. 59, No. 3, pp. 82–91. DOI: 10.26731/1813-9108.2018.3(59).82-91.