

УДК 004.021:656.13

08.00.00 Экономические науки

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ  
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В  
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ НА  
ОСНОВАНИИ WEB-РЕШЕНИЯ**

Танкаян Алексей Игоревич  
студент факультета прикладной информатики

Торгашин Кирилл Владимирович  
студент факультета прикладной информатики

Косников Сергей Николаевич  
к.э.н, доцент  
РИНЦ SPIN 2343-6742  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,  
Краснодар, Россия*

Организация городского движения должна рассматриваться как непрерывный процесс прогнозирования – планирования – проектирования – строительства. Оснащение систем управления движения на улично-дорожной сети - современными техническими средствами регулирования. Определение «приемлемой системы городского дорожного движения» во многом зависит от степени загруженности транспортной полосы движения. В вопросах организации дорожного движения общественный пассажирский транспорт должен рассматриваться как приоритетный, как альтернатива легковому автомобилю, даже при определенной дискриминации последнего. Направление оптимизации движения в городе ведется в целях объективно-обусловленных потребностей транспортировки граждан, обеспечение их комфорта и времени, затрачиваемого на транспортировку. Основные вопросы статьи обусловлены затруднительной транспортной ситуацией в г. Краснодаре. Алгоритмы предполагаемого решения дорожного вопроса основываются на математическом алгоритме Дейкстры, позволяющем вычислять кратчайший путь между графами. Этапы решения поставленных задач опираются на современные технологические потребности населения, а именно – с использованием интернет-сервисов. Следовательно для реализации программного продукта, заявленного в статье, используется среда разработки, опирающаяся на последние инновации в области web-технологий

Ключевые слова: АЛГОРИТМ ДЕЙКСТРЫ, ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА, ЗАГРУЖЕННОСТЬ ДОРОГ, ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ

UDC 004.021:656.13

Economics

**WEB-SOLUTION OF TRAFFIC'S  
OPTIMIZATION IN SETTLEMENTS**

Tankajan Aleksey Igorevich  
student of the Faculty of Applied Informatics

Torgashin Kirill Vladimirovich  
student of the Faculty of Applied Informatics

Kosnikov Sergey Nikolayevich  
Cand. Sci. Econ., associate professor  
RSCI SPIN-code 2343-6742  
*Federal State Budgetary Educational Institution of  
Higher Education «Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia*

Organization of urban movement should be viewed as a continuous process of forecasting - planning - design - building. Equipment of traffic management system on the road network has to be done with modern methods of regulation. The definition of "acceptable system of urban traffic" depends on how busy the traffic lane is. In the organization of traffic public passenger transport should be considered as a priority, as an alternative to cars, even with a discrimination against the latter. Direction optimization of traffic in the city is conducted in order to objectively-conditioned transportation needs of citizens, ensuring their comfort and the time spent on transportation. The main questions of the article are caused by the difficult traffic situation in the Krasnodar city. The algorithms alleged to solve the traffic problems based on a mathematical Dijkstra's algorithm, allows to calculate the shortest way between the graphs. Steps of solution of the tasks based on modern technological needs of the population - using internet services. Therefore to implement a software product as claimed in the article, we use the development environment, based on the latest innovations in the field of web-based technologies

Keywords: DIJKSTRA ALGORITHM, TRANSPORT PROBLEM, CONGESTION, TRAFFIC FLOWS

Doi: 10.21515/1990-4665-123-128

Краснодар является одним из Российских городов-субмиллионеров, а, следовательно, подвергнут влиянию таких факторов, как пропускная способность автомобильного движения. Ввиду плотной городской застройки и отсутствия вариантов выбора дорожной полосы для проезда движение в городе в пиковые часы останавливается полностью. Также ситуация подогревается такими аспектами, как ремонт основных дорог. Это чревато тем, что огромное скопище автомобильного транспорта взамен более короткого пути проезда, забивает основные дороги альтернативного направления, только для возможности объехать ремонт дорожной полосы. Конечно, присутствуют человеческие факторы, отмена которых невозможна ни на каком уровне влияния городского управления – неопытные водители, попадающие в ДТП, они ещё больше усугубляют дорожную ситуацию, блокируя полосы для движения.

В целом картина получается очень удручающая: отсутствие выбора проезда вкупе с высокой плотностью движения приводит к усугублению пропускной способности. График, представленный на рисунке 1, составленный на основе мониторинга дорожной ситуации в г. Краснодаре, с помощью приложения «Яндекс.Пробки» демонстрирует плотность потока в период времени с 7 утра до 22 вечера.

Современное развитие GPS-навигации и огромный спектр решений мониторинга плотности движения предоставляет возможность наблюдать состояние движения через различные приложения.

Например, в литературе [5, 8, 9, 10] исследовалась задача выделения оптимальных маршрутов в крупномасштабной транспортной сети в многокритериальной постановке. В данном случае карта, демонстрирующая загруженность выезда в районе тургеневского моста и движение по улице Северной (рисунок 2).

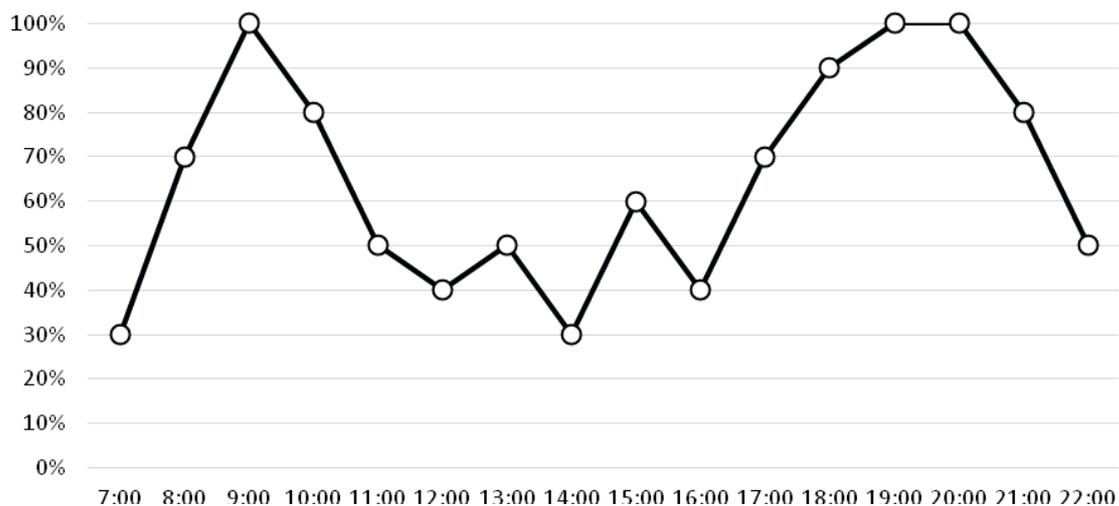


Рисунок 1 – Плотность потока в период времени с 7 утра до 22 вечера

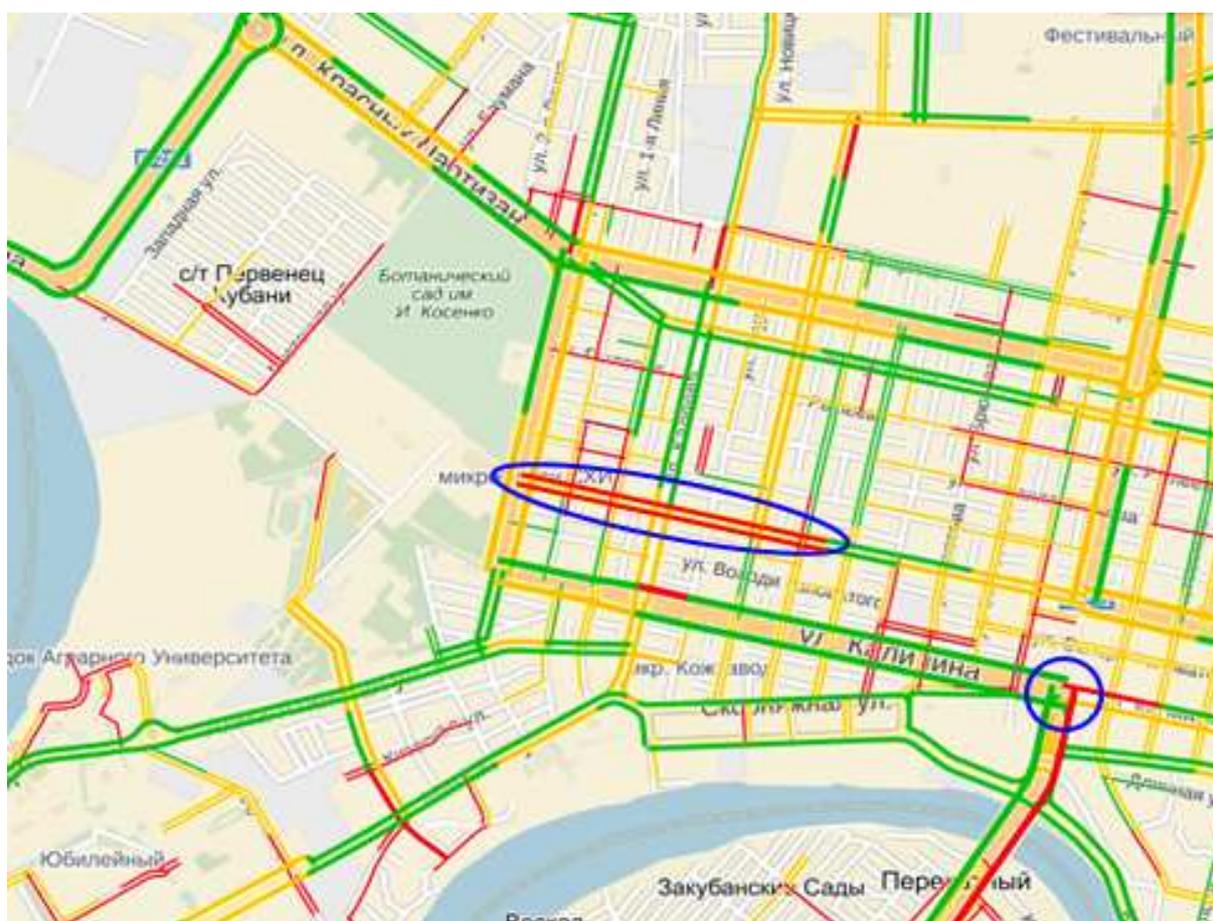


Рисунок 2 – Плотность движения в районе СХИ

Исходя из вышесказанного напрашиваются следующие вопросы:



Данная карта наглядно демонстрирует путь, который необходимо «преодолеть» для того, чтобы попасть из Юбилейного микрорайона (ЮМР) в микрорайон Фестивальный (ФМР). Точками начала следования и окончания впоследствии будут обозначены улица Минская (Начало) и улица Тургенева (Окончание).

Проведя анализ района, с помощью «Яндекс.Пробки», можно отметить, что основные пути следования от начальной до конечной точки это:

- ул. Академика Трубилина – ул. Красных Партизан;
- ул. Каляева – ул. Бабушкина;
- ул. Северная – ул. Тургенева.

Исходя из карты можно обозначить ключевые точки движения:

- пересечение: улица Красных Партизан – улица Академика Трубилина;
- пересечение: ул. Бабушкина – ул. Каляева;
- пересечение: ул. Северная – ул. Тургенева;

Результатом проделанных операций становится граф движения по району СХИ (рисунок 4).

Решению данного вопроса поспособствует алгоритм Дейкстры, результатом которого служит нахождение короткого пути движения. Подвергая переменные алгоритма корректировке можно иметь возможность высчитывать кратчайшее время пути. Процесс работы алгоритма – однократный, что не позволяет выполнить необходимые условия для решения проблемы, поэтому было принято решение дополнить алгоритм условиями, позволяющими эмулировать плотность потока с условием множественного расчета.

Выполнялось данное действие путем обновления начальных значений переменных на исходные, в соответствии с текущими значениями.

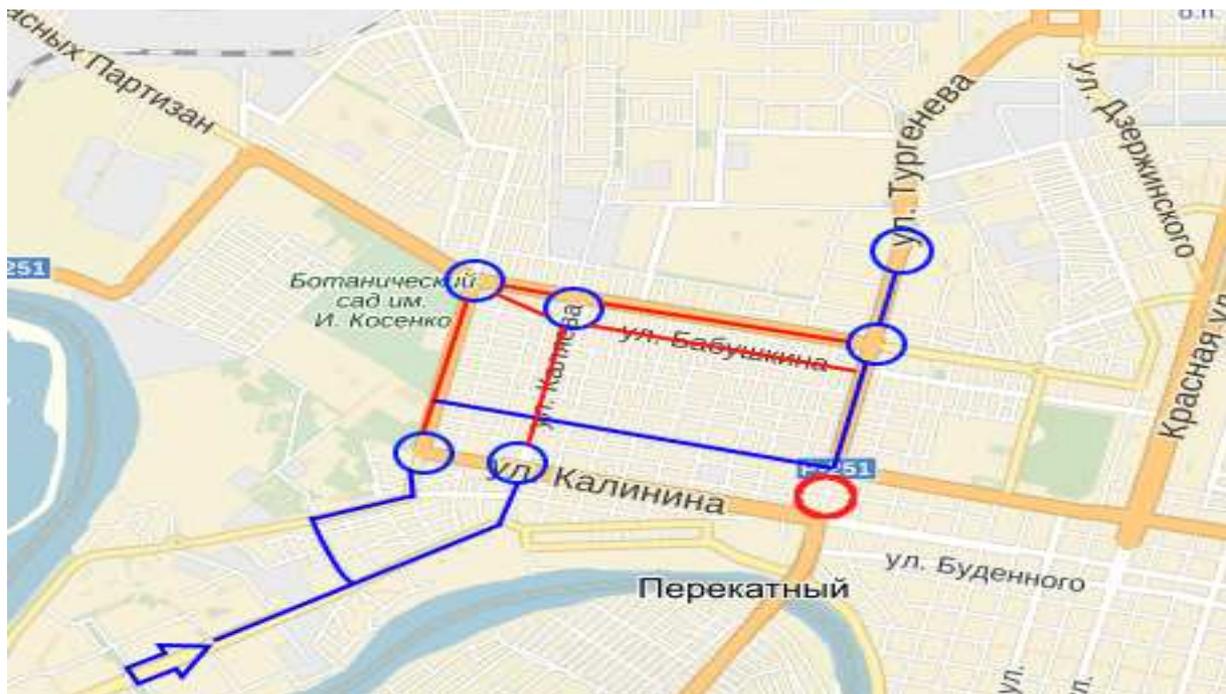


Рисунок 4 – Маршрут движения

Исходя из рисунка 4 следует обозначить основные точки пересечения переменными, а расстояние между точками заменить на время прохождения участка дороги, изначально предполагающее отсутствие транспорта на участке (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица маршрута движения

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>A</b>	0	4	–	–	13	–
<b>B</b>	–	0	2	–	–	10
<b>C</b>	–	–	0	5	–	7
<b>D</b>	–	–	5	0	–	–
<b>E</b>	–	–	–	–	0	5

Матрица отражает время пути по району СХИ по «пустой» трассе, данные необходимы для расчета изначальной плотности движения.

Применяя алгоритм Дейкстры к данной матрицы, добавив в реализацию учет пропускной способности получим следующие результаты: оптимальным путём по пустой трассе является путь А – В – F (14 минут).

Для учета количества потока введен специальный коэффициент, который увеличивает показатель плотности, являющейся множителем, применимым к каждому пути. Базовое значение плотности, применимое к каждому пути равняется единице. И в соответствии с выбранным маршрутом к его пересечениям применяется увеличение коэффициента плотности. На данном этапе разработки приложения коэффициент выбирается автором произвольно. Его значение увеличивается на единицу, каждый раз, как выбирается путь. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результат применения алгоритма Дейкстры

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>A</b>	0	8	–	–	13	–
<b>B</b>	–	0	2	–	–	20
<b>C</b>	–	–	0	5	–	12
<b>D</b>	–	–	5	–	12	–
<b>E</b>	–	–	–	–	–	5

Также следует отметить, что данное приложение является прототипом и модель его работы минимизирована для наглядности результата. Нами было создано программное обеспечение, которое позволяет анализировать ситуацию на дороге, обращаясь к сервису «Яндекс.Пробки». Интерфейс ПО представлен на рисунке 5.

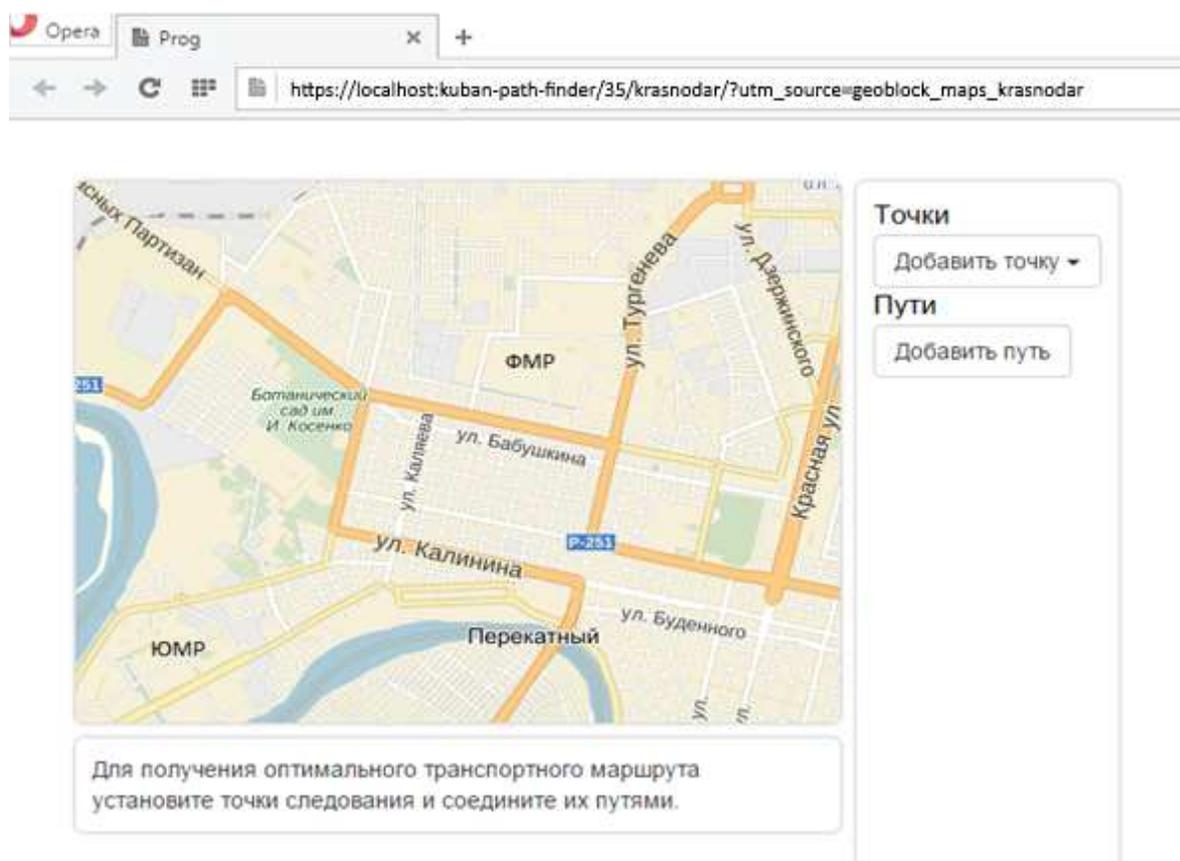


Рисунок 5 – Начальное окно работы программы

Построение графов выполняется, путем анализа изображения карты, доступного в «Яндекс.Пробки». Приложение реагирует на цвет дороги, и в соответствии с ним составляется граф движения. Точки начала и окончания маршрута задаются пользователем. Программа-анализатор составляет граф на основании доступных вершин. Следующим шагом служит составление таблицы плотности движения. Коэффициент выражен в процентном виде и его показатель зависит от степени загруженности трассы. В последствии применяется алгоритм Дейкстры, который в свою очередь выбирает оптимальный маршрут, пользуясь данными из таблицы. После окончания работы приложение предлагает пользователю 3 оптимальных маршрута, по которому следует двигаться (рисунок 6).

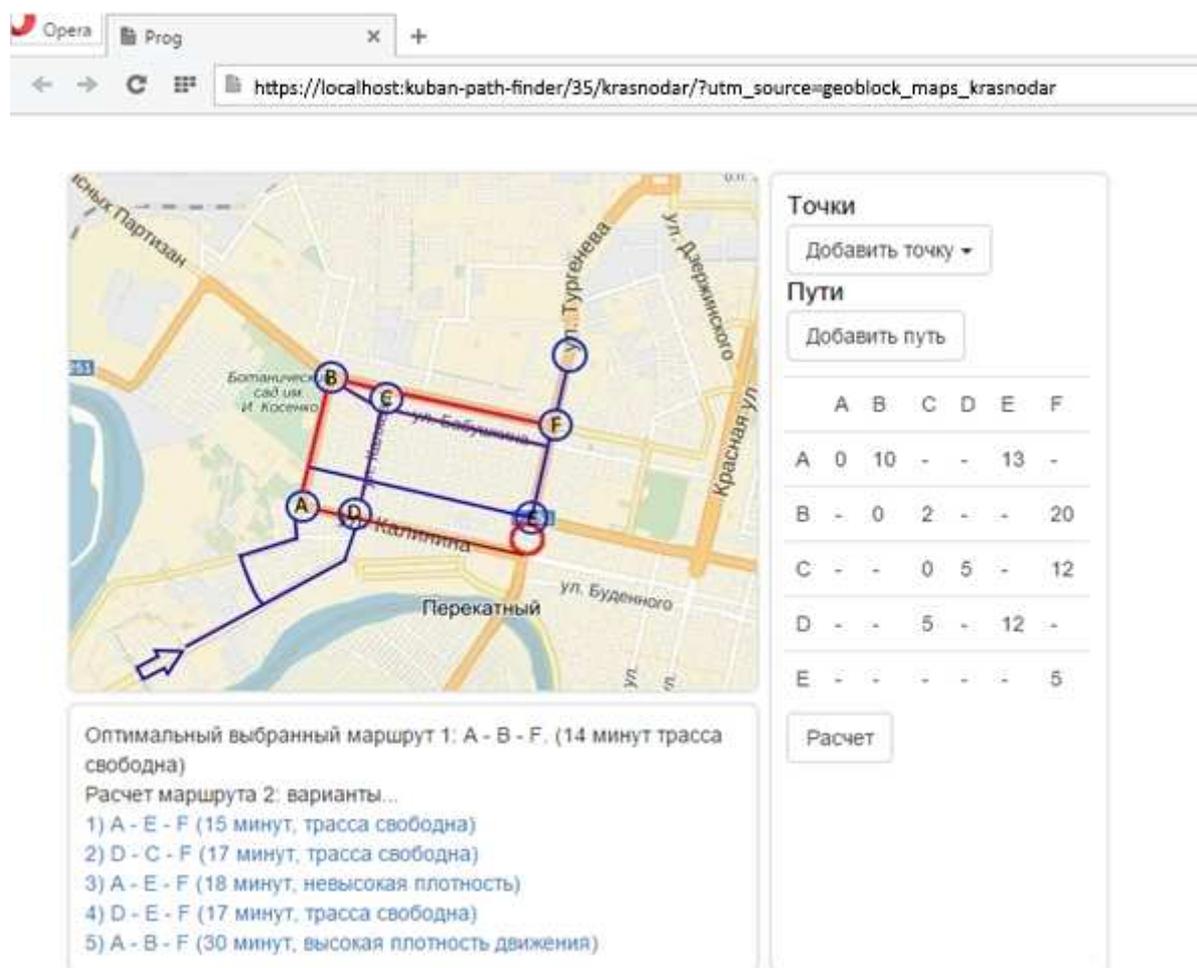


Рисунок 6 – Результат работы программы

Результатом проделанной работы является приложение, которое позволяет выполнять расчет траектории движения с учетом плотности потока. Данное приложение мультизадачно. Для личного использования – позволяет искать наикратчайший путь к заданной точке назначения. Для муниципального использования приложение также применимо, так как с помощью него можно отслеживать плотность движения, и на основании этих данных составлять отчет о текущем положении на дороге. Одной из дальнейших перспектив развития данного приложения служит интеграция в светофорную систему города, которая, сможет базироваться на полученных данных и перенаправлять поток движения в свободную полосу.

## Литература

1. Барановская Т.П. Основы объектно-ориентированного программирования / Т.П. Барановская, Е.А. Иванова, Н.В. Ефанова. – Краснодар: КубГАУ, 2012. - 89 с.
2. Иванова Е.А. Алгоритмизация и программирование / Е.А. Иванова, Н.В. Ефанова. – Краснодар: КубГАУ, 2012. - 82 с.
3. Косников С.Н. Экономика и математические методы : учеб. пособие / С. Н. Косников; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. Г. Бурда. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 190 с.
4. Моделирование транспортной сети на предфрактальных графах/Е.Г. Лихобабин, Д.А. Павлов // в сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы Сборник статей межд. научно-практической конференции. - Уфа, 2015. - С. 3-6.
5. Орлянская Н.П. Проблемы проектирования и внедрения информационной системы учета работы автотранспорта / Н. П. Орлянская, А. В. Нагоев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №09(01). – IDA [article ID]: 0090501010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/10/>
6. Орлянская Н.П. Разработка математической модели обработки информационной системы учета автотранспорта / Н. П. Орлянская, А. В. Нагоев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 8. – С. 26-30.
7. Павлов Д.А. Алгоритмы определения абсолютных р-центров на предфрактальных графах с затравкой - полный n-вершинным графом / Д.А. Павлов, А.А. Узденов. Препринт №201. – Нижний Архыз: РАН САО, 2004. – 9с.
8. Павлов Д.А. Многокритериальная задача поиска оптимальных путей в крупномасштабной транспортной системе / Павлов Д.А., Лихобабин Е.Г. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). – IDA [article ID]: 1131509046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/46.pdf>.
9. Павлов Д.А. Моделирование транспортной сети на предфрактальных графах / Д.А. Павлов, Е.Г. Лихобабин // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы Сборник статей межд. научно-практической конференции. - Уфа, 2015. - С. 3-6.
10. Параскевов А.В. Оптимизация загруженности уличной дорожной сети. / А.В. Параскевов, В.К. Желиба // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). – IDA [article ID]: 1101506057. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/57.pdf>

## References

1. Baranovskaja T.P. Osnovy ob#ektno-orientirovannogo programmirovaniya / T.P. Baranovskaja, E.A. Ivanova, N.V. Efanova. – Krasnodar: KubGAU, 2012. - 89 s.
2. Ivanova E.A. Algoritmizacija i programmirovanie / E.A. Ivanova, N.V. Efanova. – Krasnodar: KubGAU, 2012. - 82 s.
3. Kosnikov S.N. Jekonomika i matematicheskie metody : ucheb. posobie / S. N. Kosnikov; pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A. G. Burda. – Krasnodar : KubGAU, 2015. –190 s.

4. Modelirovanie transportnoj seti na predfraktal'nyh grafah/E.G. Lihobabin, D.A. Pavlov // v sbornike: Globalizacija nauki: problemy i perspektivy Sbornik statej mezhd. nauchno-prakticheskoy konferencii. - Ufa, 2015. - S. 3-6.

5. Orljanskaja N.P. Problemy proektirovanija i vnedrenija informacionnoj sistemy ucheta raboty avtotransporta / N. P. Orljanskaja, A. V. Nagoev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №09(01). – IDA [article ID]: 0090501010. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/10/>

6. Orljanskaja N.P. Razrabotka matematicheskoy modeli obrabotki informacionnoj sistemy ucheta avtotransporta / N. P. Orljanskaja, A. V. Nagoev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – № 8. – S. 26-30.

7. Pavlov D.A. Algoritmy opredelenija absoljutnyh r-centrov na predfraktal'nyh grafah s zatravkoj - polnyj n-vershinnyj grafom / D.A. Pavlov, A.A. Uzdenov. Preprint №201. – Nizhnij Arhyz: RAN SAO, 2004. – 9s.

8. Pavlov D.A. Mnogokriterial'naja zadacha poiska optimal'nyh putej v krupnomasshtabnoj transportnoj sisteme / Pavlov D.A., Lihobabin E.G. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №09(113). – IDA [article ID]: 1131509046. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/46.pdf>

9. Pavlov D.A. Modelirovanie transportnoj seti na predfraktal'nyh grafah / D.A. Pavlov, E.G. Lihobabin // V sbornike: Globalizacija nauki: problemy i perspektivy Sbornik statej mezhd. nauchno-prakticheskoy konferencii. - Ufa, 2015. - S. 3-6.

10. Paraskevov A.V. Optimizacija zagruzhennosti ulichnoj dorozhnoj seti. / A.V. Paraskevov, V.K. Zheliba // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). – IDA [article ID]: 1101506057. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/57.pdf>