

УДК 658.13

## ДИГИТАЛИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ К СТАНЦИИ РОСТОВ –ТОВАРНАЯ

Гальченко Г.А.<sup>1</sup>, Иванов В.В.<sup>1</sup>, Останин О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Донской государственный технический университет

<sup>2</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

### Информация о статье

Принята 05 октября 2018 г.

**Ключевые слова:** моделирование, оптимизация, математические методы, программные продукты, дигитализация.

DOI: 10.26730/2587-5574-2018-4-61-69

### Аннотация.

В настоящее время инновационное развитие транспортной логистики идет в направлении совершенствования компьютерного моделирования управления транспортными потоками. Это отражает общий тренд модернизации сектора промышленных услуг – дигитализацию, связанный с повсеместным цифровым представлением различных процессов, сверхбыстрой и сверхточной обработкой и анализом данных. Задачи прикладного математического моделирования состоят в том, чтобы обеспечить технологическую и экономическую взаимосвязь всех участников грузоперевозок. Важно согласовать вид транспорта для перевозок, определить наиболее рациональный маршрут движения и помочь клиенту сэкономить денежные средства и снизить стоимость перевозки. В данной статье проведено моделирование оптимального пути доставки грузов к станции Ростов – Товарная в условиях сложившейся транспортной инфраструктуры г. Ростова-на-Дону. Для решения данной проблемы использованы математические методы: электродинамического моделирования, клеточных автоматов, Свира, а также созданные авторами программные продукты, большая база данных о проблемных участках транспортных артерий города. Разработанные программные продукты могут быть приобретены малыми предприятиями и учебными заведениями в силу их невысокой стоимости.

## DIGITALIZATION AND MODELING OF THE OPTIMAL LOAD DELIVERY WAY TO THE STATION “ROSTOV-CARGO”

Vladimir V. Ivanov<sup>1</sup>, Galina A. Galchenko<sup>1</sup>, Oleg A. Ostanin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Don State Technical University

<sup>2</sup> T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

### Article info

Received October 05, 2018

### Keywords:

modeling, optimization, mathematical methods, software, digitalization.

### Abstract.

At present, the innovative development of transport logistics is moving towards the improvement of computer modeling of traffic management. This reflects the general trend of modernization of the industrial services sector - digitalization associated with the ubiquitous digital representation of various processes, ultra-fast and ultra-precise data processing and analysis. The tasks of applied mathematical modeling are to ensure the technological and economic interconnection of all participants in cargo transportation. It is important to agree on the mode of transport for transportation, determine the most rational route and help the client save money and reduce the cost of transportation. In this article, the simulation of the optimal way of cargo delivery to the station Rostov-Cargo in the current transport infrastructure of the city of Rostov-on-Don. To solve this problem, mathematical methods were used: electrodynamic modeling, cellular automaton, Svir, as well as software created by the authors, a large database of problem areas of the city's transport arteries. Developed software products can be purchased by small enterprises and educational institutions due to their low cost.

## 1 Introduction / Введение

В любом большом городе пробки – совершенно обычное явление, и бороться с ними бесполезно: пробки были, есть и будут, потому что количество машин в таких городах неуклонно растет. В некоторые дни большинство машин простаивает немалое время в пробках. Если нельзя побороть пробки, их надо научиться объезжать. Выбирая маршрут доставки груза в сложившейся транспортной структуре большого города, необходимо учитывать основные транспортные характеристики перекрестков, быть в курсе текущего состояния дорожного полотна, работы светофоров и т.д. Первым в списке факторов, влияющих на стоимость грузоперевозок, стоит топливо. Выбор оптимального маршрута напрямую влияет на скорость и точность доставки груза, расход топлива. Проблема выбора наиболее оптимального маршрута доставки грузов стоит остро для транспортных компаний. Время в пути и расход топлива на дорогу во многом определяют конкурентоспособность предприятия, т.к. составляют основную часть транспортных издержек. Именно поэтому для улучшения работы компании–перевозчика используются специальные программные продукты, работа которых основана на математических методах моделирования транспортных процессов и базах данных, содержащих в себе значения интенсивности движения на каждом конкретном перекрестке города.

## 2 Materials and Methods / Материалы и методы

На данный момент существует множество программ, которые позволяют решить задачи по перевозке грузов, затраты на транспортировку, нахождение маршрута в контрольных точках. Недостатком данных программ является высокая стоимость. В данной работе предлагаются программные продукты, позволяющие оптимизировать процесс грузоперевозок на примере доставки грузов на железнодорожную станцию Ростов – Товарная. С помощью программного комплекса [1,5], разработанного с применением метода клеточных автоматов, электродинамического метода моделирования и др. [2–8,11–15], проведено предварительное исследование основных транспортных характеристик сложных перекрестков г. Ростова–на–Дону. Собрана большая база данных (БД) рассчитанных основных транспортных характеристик проблемных перекрестков г. Ростова–на–Дону и БД натурных наблюдений (матрицы корреспонденций) [9–10,16].

Предварительно промоделирован транспортный процесс на сложных перекрестках г. Ростова–на–Дону. Суть алгоритма моделирования перевозочного процесса заключается в том, что программный комплекс рассчитывает основные транспортные характеристики возможного пути следования (перевозки), анализирует имеющиеся на данном пути проблемные перекрестки, где возможны заторы, время этих заторов и выберет оптимальный путь доставки груза к грузовому терминалу Ростов –Товарная.

На примере работы транспортной компании ООО «Пронто–РД» разработана компьютерная программа «Диспетчер – РД», в основе работы которой заложен метод Свира. При выборе маршрута грузоперевозок учитываются характеристики интенсивности движения и загруженности перекрестков [17], используется большая БД, включающая матрицы корреспонденций натурных измерений, рассчитанные основные транспортные характеристики всех проблемных перекрестков.

Рассмотрим работу программного комплекса на примере организации доставки груза из пяти складов города Ростова–на–Дону на железнодорожную станцию «Ростов–Товарная» (пер. Энергетиков, 5) из пунктов отправления: ул. Геодезическая, 22; пер. Газетный, 72; ул. Каскадная, 246; ул. Малиновского, 37; пр. 40–летия Победы, 83. На Рис.1. представлена карта города Ростова–на–Дону с указанием грузового терминала железнодорожной станции «Ростов–Товарная», пунктов отправления и проблемных перекрестков, расположенных на пути движения к нему из разных районов города.

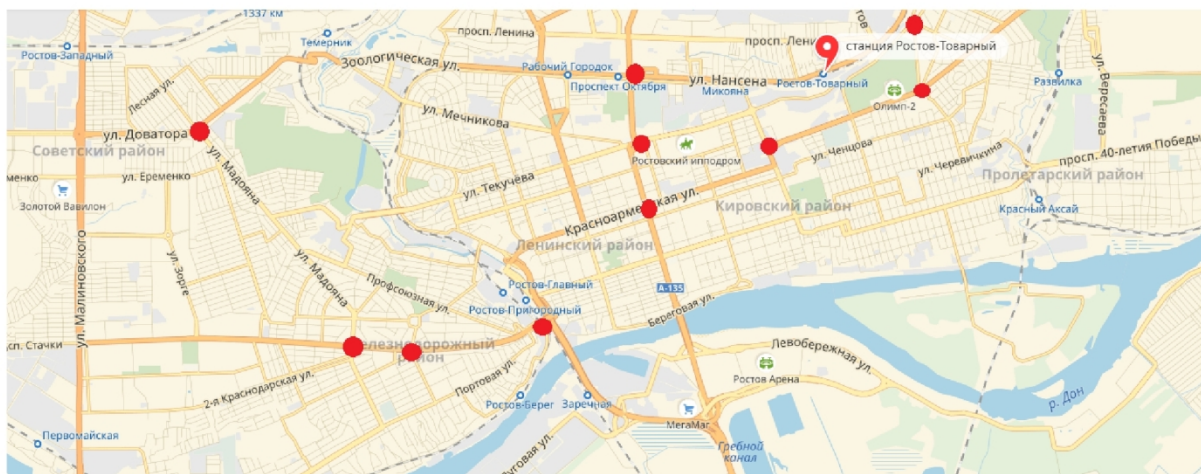


Рис.1. Карта города Ростова–на–Дону с указанием грузового терминала железнодорожной станции «Ростов–Товарная»

Начальное меню программы (Рис.2) позволяет указать район и начальный пункт отправления груза, а также промежуточные пункты сбора груза.

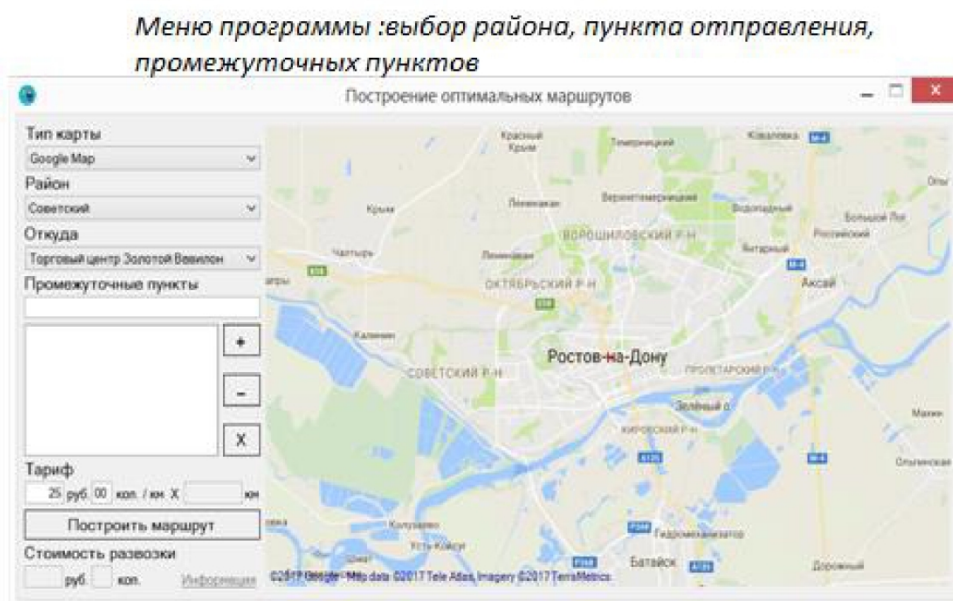


Рис. 2. Вид начального меню программы

В дальнейшем программа использует данные из Интернета и базу данных, предварительно рассчитанных характеристик и натурных наблюдений.

### 3 Results and Discussion / Результаты и обсуждение

#### 3.1 The Software Structure / Структура работы программы

1. При запуске программы происходит считывание информации из базы данных Microsoft Access. список всех улиц выбранного города, а также информацию о районах в методе «void populate Txt Between».
2. Проверка наличия интернета, необходимого для нахождения оптимального пути. В случае отсутствия сети предполагается ввести работу с кэшированной информацией (оффлайн-карты).
3. Инициализация следующих компонентов формы:
  - карта, работающая на основе элемента управления «GMap.NET», с возможностями:

- выбора города, участка,
  - определения максимального и минимального приближения,
  - установки масштаба, маркеров, полигонов и другое.
  - список с выбором типа карты,
  - список с выбором начального пункта,
  - поле для ввода точек развоза,
  - кнопки для построения маршрута.
4. Построение оптимального маршрута. Для этого пользователь должен:
    - выбрать начальный пункт в специальном списке,
    - ввести промежуточные точки развоза.
  5. Отдельный метод программы проверяет корректность введенных пунктов.
  6. В процессе внесения данных о маршруте пользователь может добавлять или удалять точки развоза, используя дополнительные методы «void btnPlus\_Click(object sender, EventArgs e)» и «void btnMinus\_Click(object sender, EventArgs e)»
  7. После ввода всех точек развоза необходимо нажать на кнопку «Построить маршрут».
- Работа программы строится следующим образом:
- определение начального и конечного пунктов развоза,
  - конструирование списка специального вида промежуточных точек в классе «public class WayPoints»,
  - построение оптимального маршрута с помощью «Google Direction API»,
  - нанесение пути на слой карты «GMap Overlay»,
  - нанесение маркеров, помечающих пункты развозки.
8. При необходимости построить новый маршрут необходимо повторить пункты 1–7.

### 3.2 The Main Module of the Software / Основной модуль программы

На Рис. 3–4 представлены структура основного модуля программы и этапы построения оптимального пути доставки груза к пункту назначения.



Рис. 3. Основной модуль программы



## Этапы построения маршрута



Рис. 4. Этапы построения оптимального маршрута

Пункт "Проверка данных" использует имеющуюся БД и Интернет. Пример БД – матрицы корреспонденций площади Октябрьской – приведен на Рис.5.

Часы суток	1-ое напр	2-ое напр	3-ое напр	4-ое напр	5-ое напр	6-ое напр	8-ое напр	7-ое напр	9-ое напр	10-ое напр
0-1	216	6	7	6	2	17	2	3	4	4
10-11	65	157	204	167	46	491	48	94	108	118
11-12	24	186	241	195	54	582	56	111	128	139
1-2	60	14	18	15	4	42	4	8	10	10
12-13	154	274	354	291	79	855	83	163	188	204
13-14	375	302	392	322	87	946	91	180	207	226
14-15	703	395	511	420	114	1237	119	235	271	296
15-16	833	430	556	458	124	1346	130	256	295	322
16-17	1353	435	564	64	126	1364	132	259	299	326
17-18	1769	483	625	513	139	1509	146	287	331	361
18-19	2601	489	631	520	141	1528	147	290	335	365
19-20	2183	523	677	557	150	1637	158	310	359	391
20-21	1925	552	715	580	159	1727	167	328	379	413
21-22	1950	564	730	600	12	1764	169	335	387	421
22-23	2601	581	752	618	167	1818	175	345	398	434
2-3	65	15	19	16	5	46	5	9	10	11
23-24	2732	610	790	650	176	1909	184	363	418	456
3-4	154	34	45	37	10	107	11	21	24	26
4-5	216	49	63	52	14	151	15	29	34	37
5-6	313	70	91	75	20	219	21	42	48	53
6-7	375	84	109	89	25	262	26	50	58	63
7-8	495	111	143	118	32	346	34	76	76	83
8-9	625	140	181	149	41	437	42	83	96	105
9-10	677	152	196	161	44	473	46	90	10	113

Рис. 5. Матрица корреспонденции площади Октябрьской

Пункт "Построение маршрута" включает использование метода Свира, суть которого заключается в том, что полярная ось подобно щетке дворника-стеклоочистителя начинает постепенно вращаться против часовой стрелки (или по ней), "стирая" при этом объекты грузоотправителей (Рис.6). Как только сумма заказов достигнет вместимости транспортного средства, фиксируется сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечается путь объезда потребителей. Метод Свира наиболее широко применим для кольцевых маршрутов. На кольцевые маршруты кроме ограничений по вместимости могут накладываться дополнительные требования, например, ограничения по времени. Если окажется, что время движения по определенному кольцевому маршруту больше допустимого, необходимо этот сектор уменьшить, увеличив, соответственно,

соседний сектор. Построение следующего сектора начинается лишь после того, как в настоящем секторе будет получен допустимый кольцевой маршрут. Формирование кольцевых маршрутов завершается при полном обороте "стирающего" луча.

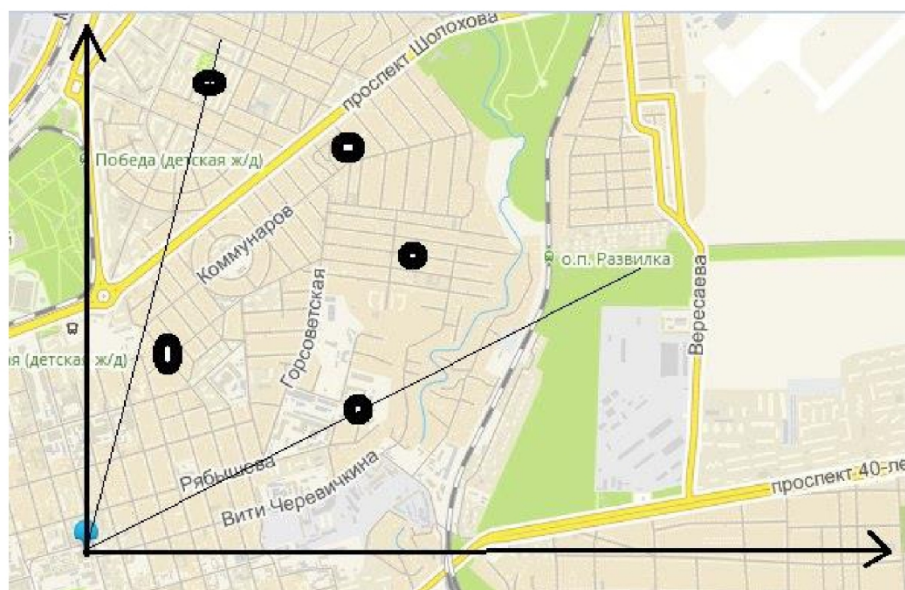


Рис. 6. Метод Свира. Декомпозиция грузоотправителей

Оптимальный путь доставки груза наносится на карту и выводится на экран. Аналогичным образом выдает результат работы на карту города и программа "Бегунок". В меню программы добавляются адреса грузоотправителей, задаются параметры заказа: указывается пункт доставки, вид груза, данные грузополучателя и т.д. Однако программа "Бегунок" выдает путь следования без оптимизации маршрута и учета нескольких грузоотправителей. На Рис.7.показан один из возможных маршрутов доставки груза на железнодорожную станцию «Ростов – Товарная».

Во вкладке «Маршруты» можем посмотреть выбранный программой «Бегунок» путь движения на карте города, вручную изменить маршрут при необходимости.

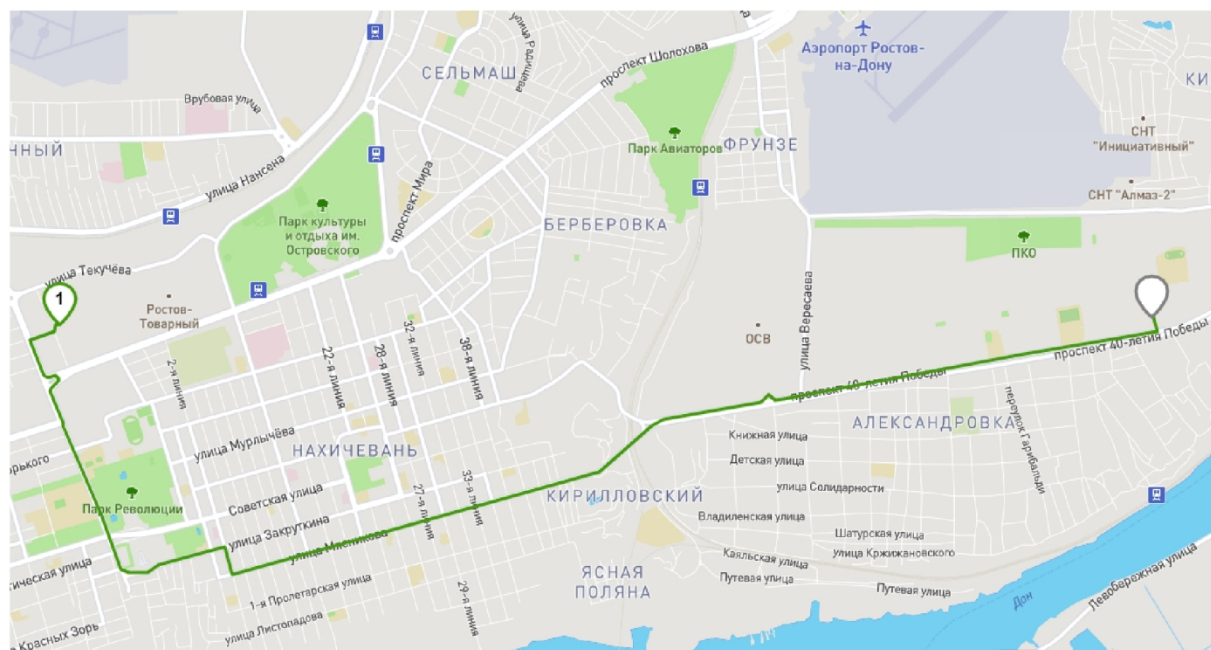


Рис. 7. Маршрут доставки груза на станцию Ростов –Товарная

В работах [1,5] предложены программные продукты для работы адаптивных светофоров, использование которых позволит оптимизировать транспортный процесс.

#### 4 Conclusion / Заключение

Проблема выбора наиболее оптимального маршрута доставки грузов стоит довольно остро для транспортных компаний [18-19]. Время в пути и расход топлива на дорогу во многом определяют конкурентоспособность предприятия, т.к. составляют основную часть транспортных издержек. Именно поэтому для улучшения работы компании-перевозчика используются специальные программные продукты, работа которых основана на математических методах моделирования транспортных процессов и базах данных, содержащих в себе значения интенсивности движения на каждом конкретном перекрестке города. Совершенствование информационно – логистической системы транспортных компаний является актуальной проблемой нашего времени. Разработанный программный комплекс могут приобрести как малые транспортные компании, так и учебные заведения для использования в образовательных целях при обучении студентов по направлению "Технология транспортных процессов" [20-22].

#### Список источников

1. Гальченко Г.А., Марченко Ю.В. Программный комплекс моделирования движения автотранспортных средств в городских условиях // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2018. – № 1. – С.132–136.
2. Куценко С.В., Шутов А.И., Загородний Н.А. Возможный принцип моделирования транспортных потоков и прилегающих к проезжей части автомобильных стоянок // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – №1. – С.88–94.
3. Гальченко Г.А., Дроздова О.Н., Мищенко Д.А. Применение метода электромоделирования к расчету характеристик транспортных потоков / Труды форума "Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии". – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2015. – С. 141–145.
4. Дрю А. Теория транспортных потоков и управление ими. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
5. Дроздов Д.С., Рыбальченко А.С., Иванищенко Ю.А. Программный комплекс адаптивного регулирования светофорных объектов / Труды 38-й Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки». – М.: Спутник Плюс, 2018. – С. 97–101.
6. Гальченко Г.А., Дроздова О.Н. Использование информационных технологий для повышения качества образования в области организации транспортных процессов / Труды научно-методической конференции, посвященной 85-летию ДГТУ. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2015. – С. 97–101.
7. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков. – М.: Институт системного анализа РАН, 2003. – С. 5-8.
8. Шарков А.Д. Автоматизированное рабочее место в системе управления предприятием / Сборник научных трудов. – СПб.: Нева-Пресс, 2002. – С.56-65.
9. Скудина А.А. Мухин С.Г., Зубарева Е.Г. Модернизация транспортно -логистического процесса грузовых перевозок в региональных компаниях // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4. – С.124-129.
10. Скудина А.А. Методика обработки полученных данных по обследованию пассажиропотока на общественном городском транспорте г. Ростова-на-Дону / Сборник «Технологии транспортных процессов на Дону – 2016». – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2016. – С.138-141.
11. Долгушин Д.Ю., Мызникова Т.А. Модель многополосного дорожного движения на основе клеточных автоматов / Информационные технологии и автоматизация управления: Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – С.172-173.
12. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. – М.: Вильямс, 2017. – 448 с.
13. Рапопорт, Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем управления. – М: Финансы и статистика, 2003. – 272 с.
14. Структура базы данных для маршрутной энциклопедии. URL: <https://habrahabr.ru/post/154399/> (последнее обращение: 12.10.2018).
15. Джексон Г. Проектирование реляционных баз данных для использования с микро-ЭВМ. – М.: Мир, 1991. – 252 с.
16. Скудина А.А., Исаев А.Г., Марченко Э.В. Анализ эффективности работы общественного городского транспорта с учетом мнений жителей г. Ростова-на-Дону / Сборник материалов V Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего». – Новосибирск: Западно-Сибирский научный центр, 2017. – С.181-183.



17. Скудина А.А., Чумакова, А.Ю. Повышение уровня удобства движения по средствам передачи информации между автомобилями / Труды форума "Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии". – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2015. – С.233-235.
18. Мочалин С.М. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок по радиальным маршрутам. – Омск: Вариант Сибирь, 2003. – 480 с.
19. Федосеенкова Е.С. Влияние режима работы клиентуры на результаты работы средней автотранспортной системы перевозок грузов в городах / Сборник научных трудов «Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики». – Омск: СибАДИ, 2016. – С.316–319.
20. Гальченко Г.А., Логвинов В.И. Элементы оптимизации транспортных процессов как фактор формирования практической компетентности студентов / Сборник научных трудов «Наукоемкие технологии и инновации». – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2014. – С.144-149.
21. Попов С.И., Марченко Ю.В. Транспортная инфраструктура. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2013. – 48 с.
22. Плахова В.Г. Формирование математической компетенции у будущих инженеров / Сборник научных трудов «Актуальные проблемы математики и методики преподавания математики». – Пенза: ПГТА, 2007. – С.37–41.

## References

1. Gal'chenko G.A., Marchenko Ju.V. Programnyj kompleks modelirovaniya dvizheniya avtotransportnyh sredstv v gorodskih usloviyah [Software system for modeling the movement of vehicles in urban environments // Proceedings of higher educational institutions]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki = North Caucasus region. Series: Technical Sciences. 2018. Vol.1. pp.132–136.
2. Kushhenko S.V., Shutov A.I., Zagorodnij N.A. Vozmozhnyj princip modelirovaniya transportnyh potokov i priliegajushih k proezzhej chasti avtomobil'nyh stojanok [Possible principle of modeling traffic flows and parking lots adjacent to the carriageway]. Mir transporta i tehnologicheskij mashin = World of Transport and Technological Machines. 2012. Vol.1. pp.88–94.
3. Gal'chenko G.A., Drozdova O.N., Mishhenko D.A. Primenenie metoda jelectromodelirovaniya k raschetu harakteristik transportnyh potokov [Application of the method of electrical modeling to the calculation of the characteristics of traffic flows]. Trudy foruma "Bezopasnost", doroga, deti: praktika, opyt, perspektivy i tehnologii = Proceedings of the Forum "Safety, road, children: practice, experience, prospects and technology. Rostov-on-Don: DGTU, 2015. pp. 141–145.
4. Dru A. Teorija transportnyh potokov i upravlenie imi [Traffic theory and management]. Moscow: Transport, 1972. 424 p.
5. Drozdov D.S., Rybal'chenko A.S., Ivanishhenko Ju.A. Programnyj kompleks adaptivnogo regulirovaniya svetofornyh ob'ektov [Program complex of adaptive control of traffic lights]. Trudy 38-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye voprosy nauki» = Proceedings of the 38th International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Science". Moscow: Sputnik Plus, 2018. pp. 97–101.
6. Gal'chenko G.A., Drozdova O.N. Ispolzovanie informacionnyh tehnologij dlja povyshenija kachestva obrazovanija v oblasti organizacii transportnyh processov [The use of information technology to improve the quality of education in the organization of transport processes]. Trudy nauchno-metodicheskoj konferencii, posvjashhennoj 85-letiju DGTU = Proceedings of the scientific and methodological conference dedicated to the 85th anniversary of the DSTU – Rostov-on-Don: DGTU, 2015. pp. 97–101.
7. Shvecov V.I. Matematicheskoe modelirovanie transportnyh potokov [Mathematical modeling of traffic flows]. Moscow: Institut sistemnogo analiza RAN = Institute for System Analysis, Russian Academy of Sciences, 2003. pp.5–8.
8. Sharkov A.D. Avtomatizirovanoe rabochee mesto v sisteme upravlenija predpriatiem [Automated workplace in the enterprise management system]. Sbornik nauchnyh trudov = Collection of scientific papers. Sankt Petersburg: Neva-Press, 2002. pp.56-65.
9. Skudina A.A. Muhin S.G., Zubareva E.G. Modernizacija transportno -logisticheskogo processa gruzovyh perevozok v regional'nyh kompanijah [Modernization of the transport and logistics process of freight transportation in regional companies]. Inzhenernyj vestnik Dona = Don Engineering Bulletin. 2017. Vol.4. pp.124-129.
10. Skudina A.A. Metodika obrabotki poluchennyh dannyh po obsledovaniju passazhiropotoka na obshhestvennom gorodskom transporte g. Rostova-na-Donu [The method of processing the data obtained on the inspection of passenger traffic on public urban transport of the city of Rostov-on-Don]. Sbornik «Tehnologii transportnyh processov na Donu – 2016» = Collection "Technologies of transport processes on the Don. – Rostov-on-Don: DGTU, 2016. pp.138-141.
11. Dolgushin D.Ju., Myznikova T.A. Model' mnogopolosnogo dorozhnogo dvizhenija na osnove kletochnyh avtomatov [Model of multi-lane road traffic based on cellular automata]. Informacionnye tehnologii i avtomatizacija upravlenija: Materialy mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii = Information technology and management automation. Materials of the interuniversity scientific-practical conference. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2009. pp.172-173.
12. Konnolli T., Begg K. Bazy dannyh. Proektirovanie, realizacija i soprovozhdenie [Database. Design, implementation and maintenance]. Moscow: Williams, 2017. 448 p.



13. Rapoport, Ye. Ja. Strukturnoe modelirovanie ob'ektov i sistem upravleniya [Structural modeling of objects and control systems]. Moscow: Finansy i statistika = Finance and Statistics, 2003. 272 p.
14. Struktura bazy dannyh dlja marshrutnoj jenciklopedii [Database structure for route encyclopedia]. URL: <https://habrahabr.ru/post/154399/> (last access: 12.10.2018).
15. Dzhekson G. Proektirovanie reljacionnyh baz dannyh dlja ispol'zovaniya s mikro-JeVM [Designing relational databases for use with microcomputers.]. Moscow: Mir = World, 1991. 252 p.
16. Skudina A.A., Isaev A.G., Marchenko Ye.V. Analiz jeffektivnosti raboty obshhestvennogo gorodskogo transporta s uchetom mnenij zhitelej g. Rostova-na-Donu [Analysis of the effectiveness of public urban transport, taking into account the opinions of residents of the city of Rostov-on-Don]. Sbornik materialov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauchno-tehnicheskij progress: aktual'nye i perspektivnye napravleniya budushhego» = Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference "Scientific and Technical Progress: Actual and Prospective Future Directions". Novosibirsk: Zapadno-Sibirskij nauchnyj centr = West Siberian Scientific Center, 2017. pp.181-183.
17. Skudina A.A., Chumakova, A. Ju. Povyshenie urovnja udobstva dvizheniya po sredstvam peredachi informacii mezhdru avtomobil'nyh [Increase the level of convenience of movement on the means of transferring information between cars]. Trudy foruma "Bezopasnost', doroga, deti: praktika, opyt, perspektivy i tehnologii" = Proceedings of the Forum "Safety, road, children: practice, experience, prospects and technology. Rostov-on-Don: DGTU, 2015. pp.233-235.
18. Mochalin S.M. Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya teorii gruzovyh avtomobil'nyh perevozok po radial'nyh marshrutam [Scientific basis for improving the theory of road freight transport along radial routes]. – Omsk: Variant Sibir, 2003. 480 p.
19. Fedoseenkova E.S. Vliyanie rezhima raboty klientury na rezul'taty raboty srednej avtotransportnoj sistemy perevozok gruzov v gorodah [The influence of the clientele's mode of operation on the results of the work of the average road transport system of cargo transportation in cities]. Sbornik nauchnyh trudov «Razvitie teorii i praktiki avtomobil'nyh perevozok, transportnoj logistiki» = Collection of scientific papers "Development of the theory and practice of road transport, transport logistics". Omsk: SibADI, 2016. pp.316–319.
20. Gal'chenko G.A., Logvinov V.I. Jelementy optimizacii transportnyh processov kak faktor formirovaniya prakticheskoj kompetentnosti studentov [Elements of the optimization of transport processes as a factor in the formation of practical competence of students]. Sbornik nauchnyh trudov «Naukoemkie tehnologii i innovacii» = Collection of scientific papers "High Technologies and Innovations". – Belgorod: Belgorodskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova = Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2014. pp.144-149.
21. Popov S.I., Marchenko Ju.V. Transportnaja infrastruktura [Transport infrastructure]. Rostov-on-Don: DGTU, 2013. 48 p.
22. Plahova V.G. Formirovanie matematicheskoj kompetencii u budushhih inzhenerov [Formation of mathematical competence of future engineers]. Sbornik nauchnyh trudov «Aktual'nye problemy matematiki i metodiki prepodavaniya matematiki» = Collection of scientific papers "Actual problems of mathematics and methods of teaching mathematics". Penza: PGTA, 2007. pp.37–41.

#### Авторы

Гальченко Галина Алексеевна, доцент, Донской государственной технической университет  
344000 г. Ростов–на–Дону, пл. Гагарина,1  
E-mail: ggalchenko@inbox.ru

Иванов Владимир Витальевич, доцент, Донской государственной технической университет  
344000 г. Ростов–на–Дону, пл. Гагарина,1  
E-mail: vivanov\_dstu@mail.ru

Останин Олег Александрович, старший преподаватель, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28  
E-mail: oleg\_ostanin@mail.ru

#### Authors

Galina A. Galchenko, Assistant Professor, Don State Technical University  
344000 1 Gagarin Sq, Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: ggalchenko@inbox.ru

Vladimir V. Ivanov, Assistant Professor, Don State Technical University  
344000 1 Gagarin Sq, Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: vivanov\_dstu@mail.ru

Oleg A. Ostanin, Senior Lecturer, T.F. Gorbachev Kuzbass Technical University  
650000 28 Vesennya st., Kemerovo, Russia  
E-mail: oleg\_ostanin@mail.ru

#### Библиографическое описание статьи

Гальченко Г.А., Иванов В.В., Останин О.А. Дигитализация и моделирование оптимального пути доставки грузов к станции Ростов –Товарная // Экономика и управление инновациями — 2018. — № 4 (7). — С. 61-69.

#### Reference to article

Ivanov V.V., Galchenko G.A., Ostanin O.A. Digitalization and modeling of the optimal load delivery way to the station "Rostov–Cargo". Economics And Innovation Management, 2018, no. 4 (7), pp. 61-69.