

УДК 338.47:656.121

Сорокин Анатолий Александрович

ЭТАПЫ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

В статье рассматриваются этапы анализа пассажиропотоков на городском пассажирском транспорте и дается краткое описание каждого из них. Охарактеризованы исходные данные, которые могут быть использованы. Рассмотрена классификация методов обследования пассажиропотоков. Приведены некоторые результаты самостоятельных исследований в этой области, которые позволяют иллюстрировать некоторые практические аспекты анализа и визуализации результатов, описаны некоторые алгоритмы расчёта агрегированных показателей, получение которых возможно лишь с использованием комплекса инструментальных средств, поскольку объем исходных данных весьма значителен. Указаны некоторые меры, направленные на совершенствование маршрутной сети.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, пассажиропоток, методы обследования пассажиропотоков, этапы анализа, исходные данные, транспортные зоны.

Anatoliy Sorokin

STAGES OF THE PASSENGER EXPERIMENTAL EXAMINATION RESULT ANALYSIS IN THE CITY PASSENGER TRANSPORT SYSTEM

The article examines the stages of passenger traffic analysis on urban passenger transport, and gives a brief description of each of them. The initial data that can be used are characterized. The method classification for the passenger flows inspection is considered. Some results of independent researches in this field are given which allow illustrating some practical aspects of analysis and visualization of results, some algorithms for calculating aggregated indicators are described, which can only be obtained using a tool complex, since the amount of initial data is very significant. Some measures aimed at improving the route network are indicated.

Key words: urban passenger transport, passenger flow, methods of passenger traffic survey, analysis stages, baseline data, transport zones.

Введение / Introduction. Качественное повышение уровня управления городским пассажирским транспортом обусловлено необходимостью обеспечения его конкурентных преимуществ в условиях быстрого роста численности индивидуального автомобильного транспорта. Конкурентные свойства городского пассажирского транспорта могут быть усилены путем повышения эффективности оперативного управления и качества транспортного планирования. При этом важнейшим фактором является наличие данных о пассажиропотоках. Поскольку транспортная подвижность населения в границах населенного пункта приводит к формированию пассажиропотоков с различными направлениями и мощностью. Систематизация и формализация подходов к анализу пассажирских потоков является основой для принятия решений в области оперативного управления и регулирования в сфере городских пассажирских перевозок. Исследование опыта проведения комплекса мер по анализу пассажиропотоков позволит определить необходимые мероприятия для достижения оптимальных характеристик этого весьма трудоемкого процесса и может послужить основой для формирования методики его проведения.

Материалы и методы / Materials and methods. Методологической основой исследования являются теоретические и методические разработки в области методов анализа пассажиропотоков в системе городского пассажирского транспорта. В процессе исследования использовались общенаучные, специальные и экспериментальные методы.

Информационной основой являются материалы собственного исследования, которые были получены лично в результате выполнения муниципального контракта на тему «Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Ставрополя»

Результаты и обсуждение / Results and discussion. При проведении анализа пассажиропотоков можно выделить укрупненные этапы:

- сбор исходных данных;
- обработка полученных данных;
- анализ результатов;
- разработка мер направленных на совершенствование.

Исходными данными для анализа пассажиропотоков являются:

- данные о распределении мест проживания населения и мест приложения труда;
- данные о системе внешнего транспорта (ж/д вокзал, автовокзалы и аэропорт);
- данные об основных объектах притяжения пассажиропотоков (учебные заведения, торговые комплексы, зрелищные предприятия, садоводческие, дачные организации и т. п.);
- данные, характеризующие транспортную сеть (перечень улиц, по которым возможна организация движения пассажирского транспорта, улицы с односторонним движением, пешеходные проспекты);
- данные о существующей социальной и коммерческой маршрутной сети наземного пассажирского транспорта (описание трассы маршрута, дислокация остановок, распределение маршрутов по транспортным организациям);
- результаты обследования пассажиропотоков (за несколько периодов);
- технико-эксплуатационные показатели маршрутов (интервалы движения в пиковые и межпиковые периоды; расписание движения на маршруте; протяженность маршрута; эксплуатационная скорость на маршруте; численность подвижного состава (по маркам), обслуживающего каждый маршрут; средняя протяженность рейса; количество рейсов на маршруте и количество рейсов, выполняемых каждой маркой подвижного состава по будним дням, в пятницу, субботу и воскресенье; суточный пробег подвижного состава на каждом маршруте; схемы маршрутов);
- численность и структура подвижного состава транспортных предприятий;
- генеральный план города.

Самым трудоемким является сбор данных о пассажиропотоках. Существующие методы обследования пассажиропотоков можно классифицировать по ряду признаков, представленных на рисунке 1.



Рис. 1. Классификация методов обследования пассажиропотоков

Перечисленные методы изучения пассажиропотоков условно можно разбить на три группы в зависимости от способа получения необходимой информации, а именно: методы, основанные на подсчете числа перевозимых пассажиров; методы получения информации с помощью приборов (автоматизированные) и аналитические (расчетные) методы прогнозирования вероятной величины пассажиропотоков.

Каждый из перечисленных методов имеет свои достоинства и недостатки. Нередко при обследованиях сочетают различные методы или используют различные комбинированные методы.

Результаты, как правило, представляют в табличном виде, например в виде таблицы, представленной на рис. 2. Затем данные обрабатывают и агрегируют в зависимости от целей обследования. На этапе обработки необходимо оценить полноту полученных сведений и принять решение о необходимости сбора дополнительной информации.

Маршрут № ____	Наименование	Рейс	Дата
Прямое/обратное направление			
Название остановки	Время	Вошло человек	Вышло человек
Остановка №1	00:00		
Остановка №1	00:00		
...			
Остановка №n	00:00		

Рис. 2. Форма для представления результатов обследования

На этапе анализа – в зависимости от целей исследования – определяются численные значения показателей и проводится анализ результатов, сопоставление и т. д. Исходя из целей анализа определяются те показатели, которые необходимо анализировать.

В рамках работы [5] нами проводилось обследование маршрутной сети города Ставрополя, обобщенный алгоритм анализа полученных данных в виде схемы представлен на рис. 3.

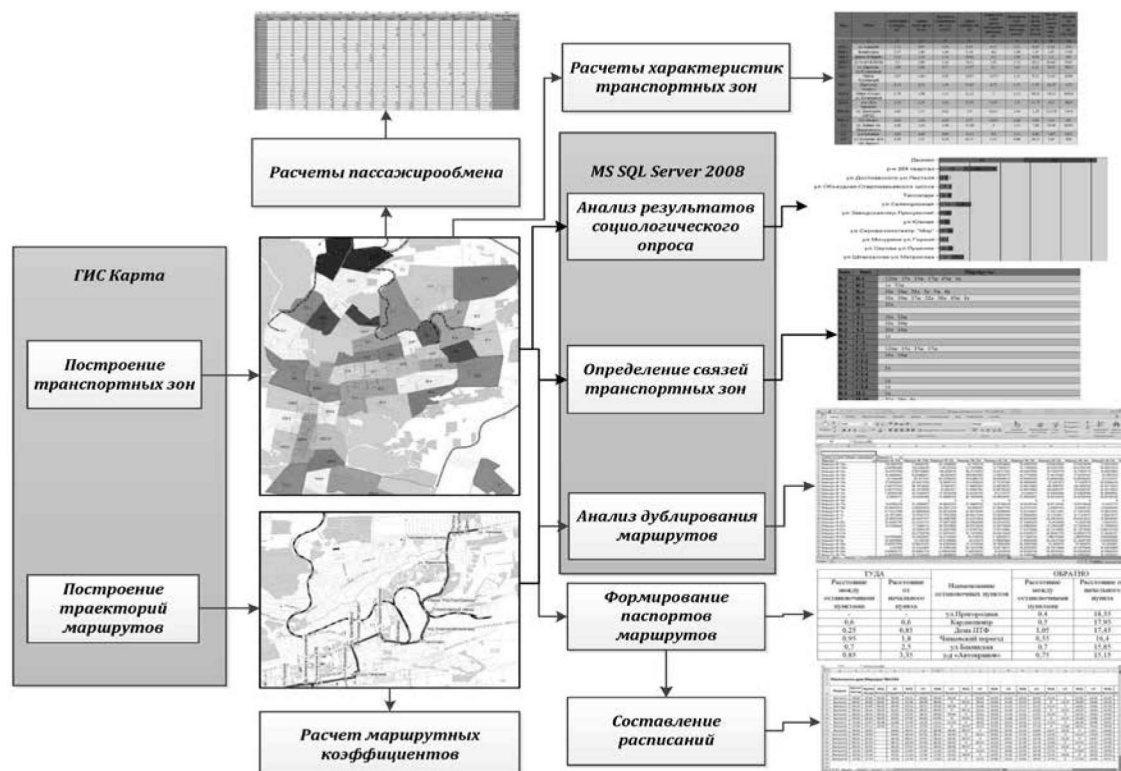


Рис. 3. Общая схема анализа маршрутной сети

В качестве примера рассмотрим подходы и результаты анализа некоторых показателей. В результате обследования пассажиропотоков в городе Ставрополе проведенного для двух дней 29.11.2009 г. (воскресенье) и 2.12.2009 г. (среда) были собраны данные, позволившие получить численные значения объемов перевозки пассажиров по всем действующим маршрутам города. Больше сплошных обследований пассажиропотоков в городе не проводилось.

В качестве примера агрегированных данных (рис. 4) можно рассмотреть данные по объему перевозок пассажиров по часам суток, а также сопоставить их с данными за другой период.

На основании представленных данных можно выделить часы пик: утренний – с 07.00 до 09.00, вечерний 16.00 – 18.00. В часы пик всеми видами транспорта перевозится более 40 % пассажиров.

Анализируя данные в разрезе видов транспорта, становится очевидно, что межчасовые колебания пассажиропотоков больше всего сказываются на транспорте большой вместимости, чем на маршрутных такси.

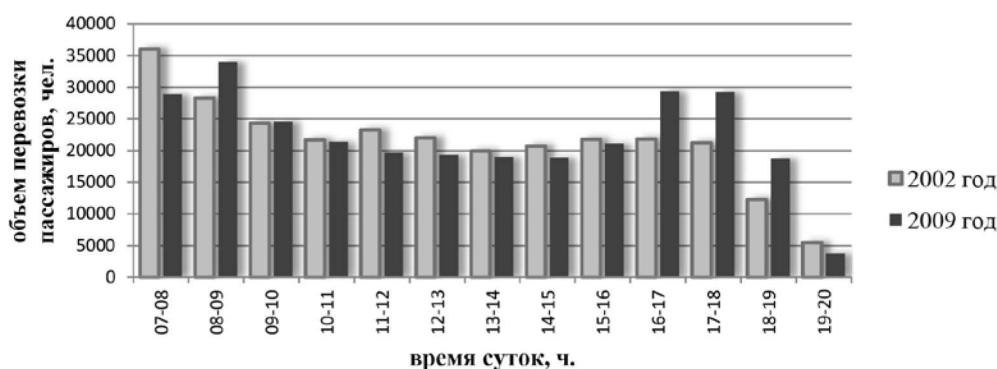
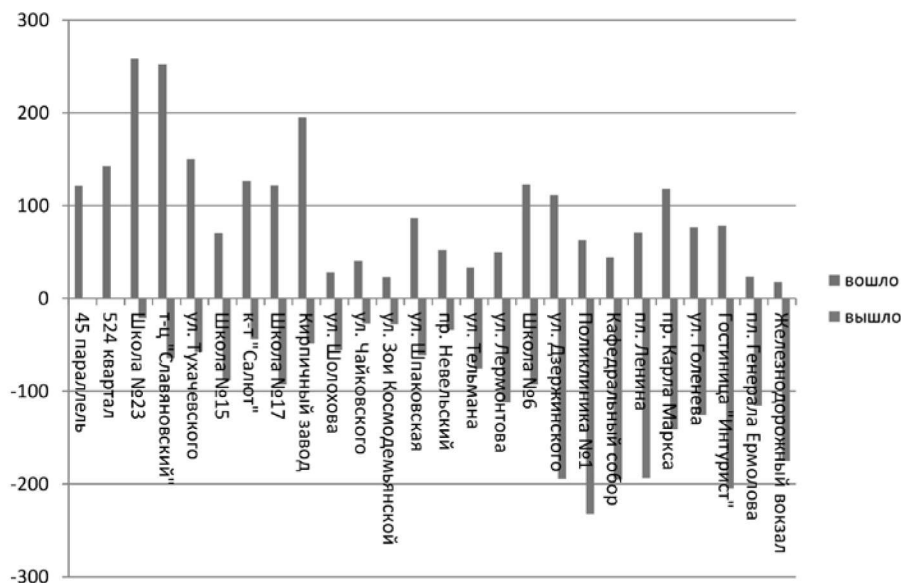
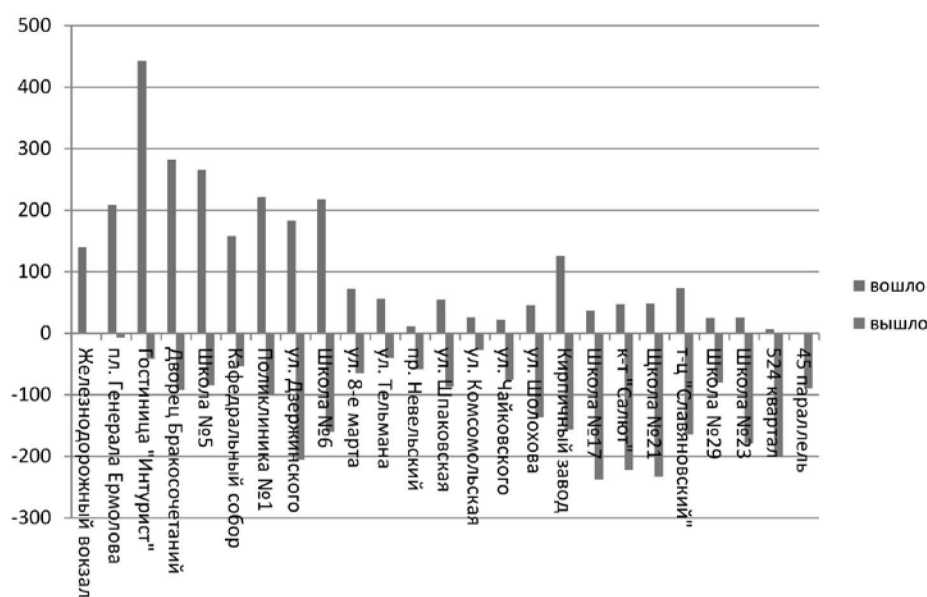


Рис. 4. Сопоставление объема перевозок по часам суток (данные результатов обследования в г. Ставрополь 2002 и 2009 года)

В разрезе маршрутов агрегирование данных позволит получить эпюры, которые позволяют наглядно определить пассажирообразующие и пассажиропоглощающие зоны на маршруте (рис. 5).



а) прямое направление



б) обратное направление

Рис. 5. Эпюры остановок маршрут 2т – «45-я параллель – ж/д Вокзал»

Эпюры могут быть построены с учетом фактора времени или в целом отражать численные значения за день.

Еще одной важной характеристикой является пассажирообмен. Под пассажирообменом остановочного пункта мы будем понимать суммарное число пассажиров, подходящих на остановочный пункт и садящихся в транспортное средство, и пассажиров, выходящих из салона пассажирского транспортного средства на данном остановочном пункте в единицу времени. Если агрегировать численные значения пассажирообмена остановочных пунктов, то можно получить значения пассажирообмена городских транспортных зон. В работе [1] нами были описаны принципы выделения транспортных зон, в качестве примера приводится деления города Ставрополя. Для расчета пассажирообмена нами был использован алгоритм, представленный на рис. 6.



Рис. 6. Алгоритм расчета пассажиропотоков по транспортным зонам

Транспортные зоны, маршруты и остановочные пункты были созданы с использованием ГИС Панорама [4]. Все расчеты производились в электронной таблице MS Excel. В результате свертки таблицы были получены агрегированные значения для всех транспортных зон города Ставрополя. В качестве исходных данных нами были использованы результаты обследования пассажиропотоков, которые проводились два дня (среда и воскресенье) в 2009 году в городе Ставрополе. Некоторые результаты проведенного исследования были опубликованы ранее в работе [2]. Сопоставление величины пассажирообмена для буднего и выходного дня представлено на рис. 7.

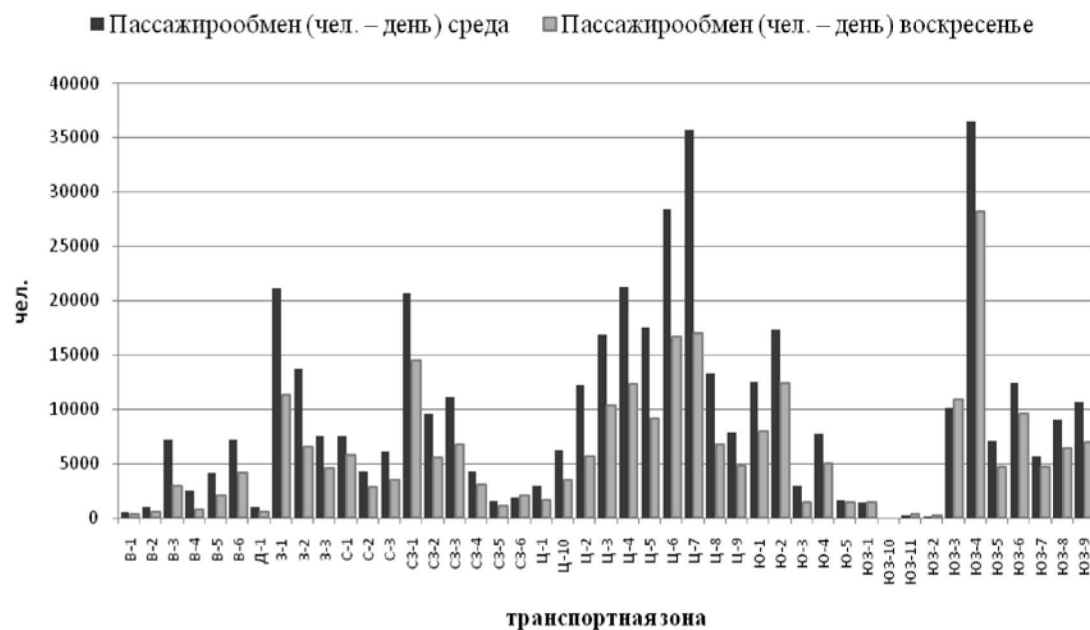


Рис. 7. Сопоставление величины пассажирообмена по зонам [2]

Большую роль при организации движения пассажирского транспорта играет неравномерность распределения пассажиропотоков во времени и по отдельным участкам действующих маршрутов. Поэтому для формирования рациональной маршрутной сети, равно как и для эффективного использования подвижного состава и обеспечения высокого уровня обслуживания пассажиров, необходимо знать направления, размеры и степень неравномерности пассажиропотоков.

При помощи соответствующих коэффициентов [2] оценивают:

- неравномерности пассажиропотока по часам суток;
- неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута;
- неравномерности пассажиропотока по направлениям движения;
- неравномерности пассажиропотока по дням недели.

Анализ значений коэффициента неравномерности пассажиропотока по дням недели на предмет увеличения интервалов движения и сокращения числа машин, работающих на маршруте, приводит к решению использовать транспортные средства меньшей вместимости в дни наименьшего спроса на перевозки. Для таких маршрутов необходимо пересмотреть коэффициент выпуска на линию для выходных дней, что позволит повысить эффективность использования подвижного состава.

На этапе разработки мер, направленных на совершенствование маршрутной сети, возможны следующие меры, например:

- устранение необоснованного дублирования маршрутов движения городского транспорта;
- сокращение транзитных маршрутов, проходящих через центр города;

- перенос маршрутов следования городского транспорта с улиц с чрезмерной транспортной нагрузкой;
- «выравнивание» экономических параметров маршрута с целью уменьшения «разброса» по себестоимости перевозки одного пассажира на различных маршрутах городского пассажирского транспорта;
- освоение новых городских путей сообщения, появляющихся в связи с реализацией мероприятий Генерального плана развития города;
- сокращение численности транспорта с малой вместимостью (прежде всего на дублируемых маршрутах) и увеличение подвижного состава большой и особо большой вместимости.

Заключение / Conclusion. Изучение пассажиропотоков позволяет выявить основные закономерности их колебания для использования результатов обследований в планировании и организации перевозок. Иначе говоря, характер изменения пассажиропотоков на маршрутах и в целом по конкретному населенному пункту подчиняется определенной закономерности, поэтому систематическое выявление распределения пассажиропотоков по времени, длине маршрутов и направлениям является основной задачей органов управления пассажирского транспорта. Пассажиропотоки характеризуют нагрузку транспортной сети по направлениям перемещений в определенный период времени (час, сутки, месяц). Результаты обследований пассажиропотоков используют как для улучшения организации перевозок пассажиров на действующих маршрутах, так и для реорганизации транспортной сети в целом. По материалам обследований можно установить основные технико-эксплуатационные показатели работы автобусов: объем перевозок, пассажирооборот, среднюю дальность поездки пассажиров, объем перевозок по часам суток, значения пассажирообмена остановок, транспортных зон, наполнение автобусов и их число на маршрутах, время рейса и число смен работы, скорость, интервалы и частоту движения, пробег за время наряда, численные значения различных коэффициентов и т. д. Эти данные служат основанием для совершенствования как системы маршрутов в целом, так и организации движения и работы автобусов по каждому конкретному маршруту.

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Сорокин А. А. Характеристика транспортных районов города Ставрополя // Материалы XIV региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону». Т. 3: Экономика. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. С. 109–110
2. Сорокин А. А. К методике анализа результатов обследования пассажиропотоков // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2011. № 1 (26). С. 267–272.
3. Сорокин А. А. Изучение транспортной подвижности населения города Ставрополя // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2011. № 3 (29). С. 249–254.
4. Сорокин А. А. Применение геоинформационных систем в управлении городским пассажирским транспортом // Модели управления производством и совершенствование информационных технологий: сб. материалов VI Международной научно-практической конференции СтГАУ. Ставрополь: Бюро новостей; СтГАУ, 2010. С. 171–173
5. Научно-технический отчет о выполнении муниципального контракта № 278/09 от 25 декабря 2009 г. «Разработка предложений по оптимизации маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Ставрополя». Часть 1, 2 (Руководитель – А. А. Сорокин). Ставрополь, 2010.

REFERENCES AND INTERNET RESOURCES

1. Sorokin A. A. Harakteristika transportnyh rajonov goroda Stavropolja (Characteristics of the transport areas of the city of Stavropol) // Materialy XIV regional'noj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Vuzovskaja nauka – Severo-Kavkazskomu regionu». T. 3: Jekonomika. Stavropol': SevKavGTU, 2010. Pp. 109–110.
2. Sorokin A. A. K metodike analiza rezul'tatov obsledovanija passazhiropotokov (Method of analysis of the results of passenger surveys) // Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2011. № 1 (26). Pp. 267–272.

3. Sorokin A. A. Izuchenie transportnoj podvizhnosti naselenija goroda Stavropolja (The study of the transport mobility of the population of the city of Stavropol) // Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2011. № 3 (29). Pp. 249–254.
4. Sorokin A. A. Primenenie geoinformacionnyh sistem v upravlenii gorodskim passazhirskim transportom (Using GIS in the management of urban passenger transport) // Modeli upravlenija proizvodstvom i sovershenstvovanie informacionnyh tehnologij: sbornik materialov VI Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii StGAU. Stavropol': Bjuro novostej, StGAU, 2010. Pp. 171–173.
5. Nauchno-tehničeskij otčet o vypolnenii municipal'nogo kontrakta №278/09 ot 25 dekabrya 2009 g. «Razrabotka predlozhenij po optimizacii marshrutnoj seti gorodskogo passazhirskogo transporta goroda Stavropolja» (Chast' 1, 2) (Rukovoditel' – A. A. Sorokin). Stavropol', 2010.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Сорокин Анатолий Александрович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики Института экономики и управления СКФУ. E-mail: Sorokin_a_a@bk.ru

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Anatoly Sorokin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business Informatics, Institute of Economics and Management NCFU. E-mail: Sorokin_a_a@bk.ru