

Научная статья
<https://doi.org/10.24412/2220-2404-2024-9-8>
УДК 656.01



ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГУЛЯРНЫХ МАРШРУТОВ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ШКОЛЬНИКОВ В ГОРОДСКУЮ МАРШРУТНУЮ СЕТЬ

Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Коцурба С.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Цель: целью данного исследования является оптимизация маршрутной сети города Краснодара и интеграция школьных перевозок в маршрутную сеть города.

Методы: при проведении исследовательских работ авторами были использованы такие методы исследования, как анализ и синтез.

Результаты: на сегодняшний день достигнуты следующие результаты: проанализированы научные исследования в области организации городского пассажирского транспорта; изучены методы расчета маршрутов; рассмотрен мировой опыт организации городских пассажирских перевозок и их особенности; изучены методы формирования эффективной маршрутной сети; разработан алгоритм оптимизации маршрутов; обоснованы критерии эффективности маршрутной сети; замоделирован интегрированный маршрут.

Выводы: в любом современном населенном пункте есть транспортная сеть, частью которого является маршрутная сеть городского пассажирского транспорта. По этой причине, маршрутная система городского пассажирского транспорта должна отвечать определенным требованиям. В городе Краснодаре есть сеть автобусных маршрутов, которые осуществляют перевозки школьников от места их проживания до мест обучения. В качестве интеграции школьных перевозок в маршрутную сеть города предлагается введение нового муниципального маршрута для перевозки школьников.

Ключевые слова: автобус, городской пассажирский транспорт, маршрутная сеть, пассажирские перевозки, перевозка школьников.

OPTIMIZATION OF REGULAR PASSENGER TRANSPORT ROUTES WHILE INTEGRATING THE TRANSPORTATION OF SCHOOLCHILDREN INTO THE URBAN ROUTE NETWORK

Tatyana V. Konovalova, Sofiya L. Nadiryan, Sofia V. Kotsurba
Kuban State Technological University

Abstract: Purpose. The purpose of this study is to optimize the route network of the city of Krasnodar and integrate school transportation into the route network of the city.

Methods: when conducting research, the authors used research methods such as analysis and synthesis.

Results: to date, the following results have been achieved: scientific research in the field of urban passenger transport organization has been analyzed; route calculation methods have been studied; world experience in organizing urban passenger transportation and their features have been considered; methods of forming an effective route network have been studied; an algorithm for route optimization has been developed; criteria for the effectiveness of the route network have been substantiated; an integrated route has been modeled.

Conclusions. In any modern settlement there is a transport network, of which the route network of urban passenger transport is a part. For this reason, the route system of urban passenger transport must meet certain requirements. The city of Krasnodar has a network of bus routes that transport schoolchildren from their place of residence to places of study. As an integration of school transportation into the city's route network, it is proposed to introduce a new municipal route for transporting schoolchildren.

Keywords: bus, urban passenger transport, route network, passenger transportation, transportation of schoolchildren.

Введение.

Любой современный город невозможно представить без транспортной сети.

Транспортная сеть представляет собой совокупность транспортных линий (путей сообщения

и дорог), находящихся на определённой территории, которые соединяют между собой транспортные узлы и различные пункты (города, села, районы и т.д.). Также, к транспортной сети относятся

все виды транспорта. Примеры транспортных сетей показаны на рисунке 1.

Рисунок 1. Примеры транспортных сетей





Отдельное место в транспортной сети населенного пункта занимает маршрутная сеть городского пассажирского транспорта, так как на ее долю приходится большая часть перевозок в городе.

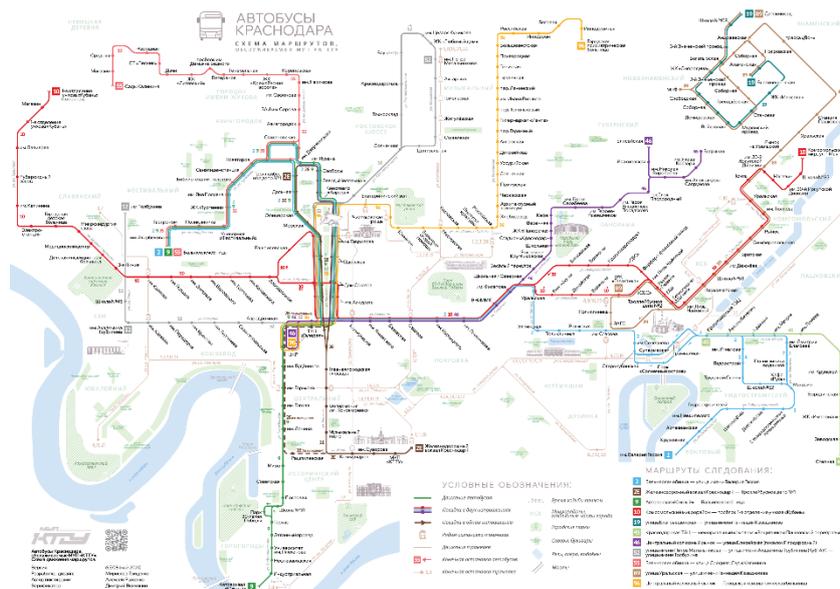
По этой причине, маршрутная система городского пассажирского транспорта должна отвечать следующим основным требованиям:

- соответствовать пассажиропотоку по направлениям и обеспечивать такое принудительное распределение его по сети, при котором наилучшим образом обеспечивалась бы прямолинейность поездок пассажиров, минимальное время и полное соответствие интенсивности движения пропускной способности всех участников транспортной сети;
- возможности корректировки в кратчайшие сроки и связанных с ней работ, которые оказывали бы минимальное мешающее влияние на жизнедеятельность города;
- обеспечивать реализацию максимальной

расчётной технической и эксплуатационной скорости подвижного состава, возможность её повышения за счёт реорганизации движения, гибкого регулирования с помощью средств современной вычислительной техники и проведения других мероприятий по совершенствованию системы организации движения. Главным условием обеспечения реализации максимальных скоростей является такое проектирование маршрутной системы, которое обеспечивало бы максимальное исключение участников ограничения скорости движения и их влияние на скорость сообщения;

- обеспечить наименьшую пересадочность сообщений, наименьший коэффициент непрямолинейности поездок, минимальный интервал между транспортными средствами, максимальную скорость сообщения;

- возможности применения средств автоматизированного управления движением, минимального штата работников, обеспечения минималь-



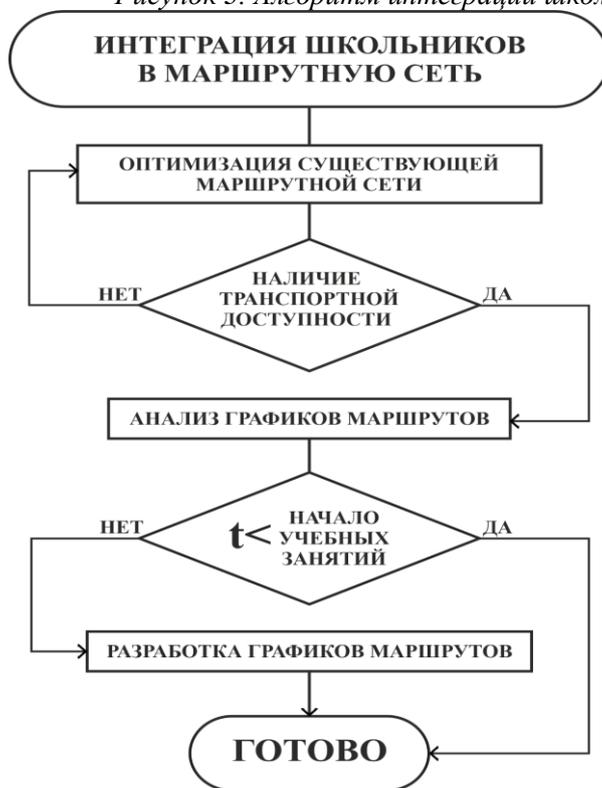
Результаты.

Предлагается рассмотреть оптимизацию маршрутной сети г. Краснодара с последующей интеграцией школьных перевозок в данную сеть.

Выполнить интеграцию возможно с помощью алгоритма разработки внедрения школьни-

ков в городскую маршрутную сеть города Краснодара, представленного на рисунке 3. Данный алгоритм предполагает рассмотреть наличие транспортной доступности пассажирского транспорта и проанализировать график работы подходящих маршрутов.

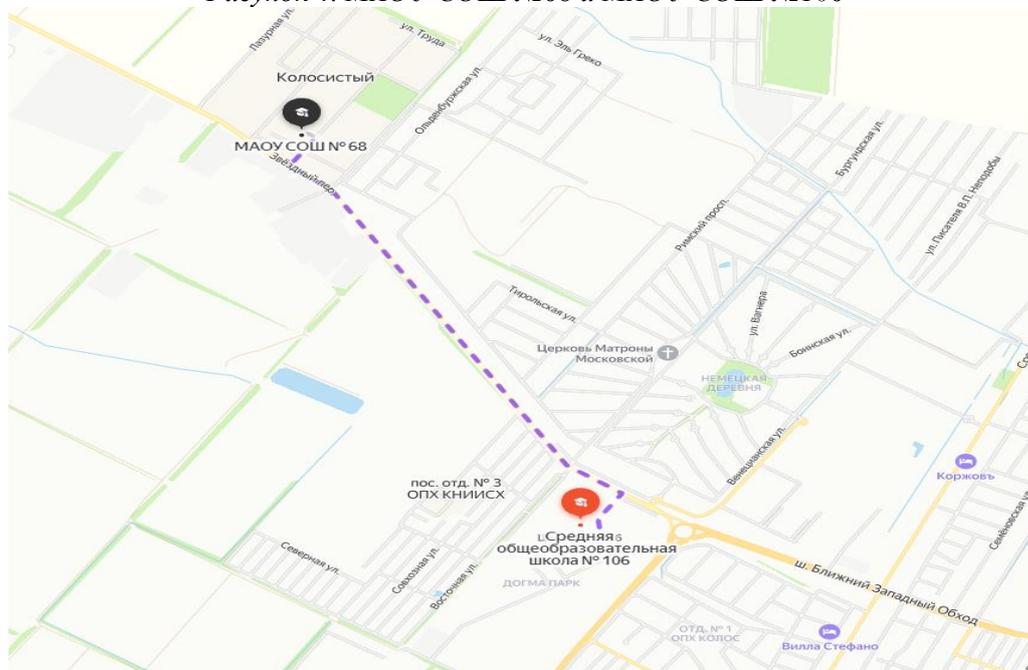
Рисунок 3. Алгоритм интеграции школьников в маршрутную сеть



В качестве примера рассмотрим две школы: МАОУ СОШ №68 и МАОУ СОШ №106. Их месторасположение в Краснодаре - в Прикубанском

округе в районе Немецкой деревни, визуально показано на рисунке 4.

Рисунок 4. МАОУ СОШ №68 и МАОУ СОШ №106



К школе №106 на подвозе школьным автобусом было 800 учащихся (в том числе 1 смена – 473 школьника, 2 смена – 327 школьников) из ЖК «Лиговский», Сады «Калинино» и от улицы Западный обход.

По данным, предоставленным компанией, осуществляющей школьные перевозки, данный подвоз делился на 2 маршрута:

1. ЖК «Лиговский» - пос. Калинино – ул. Средняя, 67 – ул. Средняя, 55 - МАОУ СОШ №106. Протяженность данного маршрута составляет 6,7 км; на линии работают 8 транспортных средств; за 8 рейсов суммарный пробег 1 автобуса составляет 53,6 км. (завезено в 1 смену – 212 человек). Общий пробег по первому маршруту в будние дни составляет 197 км.

2. ЖК «Спортивная деревня» - ССК «Сокол» - Дачи, ул. Западный обход – МАОУ СОШ №106. Протяженность данного маршрута составляет 3,4 км; на линии работают 9 транспортных средств; за 9 рейсов суммарный пробег 1 автобуса составляет 30,6 км. (завезено в 1 смену – 261 человек). Общий пробег по второму маршруту в будние дни составляет 178,8 км.

Общий пробег автобусов по всем маршрутам составляет 375,8 километров.

В связи с тем, что вводится в эксплуатацию

новое общеобразовательное учреждение в районе ул. Западный обход, соответственно, обучающимся, для которых был организован подвоз школьными автобусами, будет обеспечена доступность школ в пределах района проживания, отпадет потребность в организации школьного подвоза, также сократится количество школьников, нуждающихся в перевозках.

Теперь, для учеников, которые живут в ЖК «Лиговский», в транспортной доступности есть муниципальный маршрут №75 (интервал движения 7-10 минут).

Для детей, живущих по ул. Западный обход, в транспортной доступности находятся:

- муниципальный маршрут №75 «Юбилейный микрорайон – мегацентр «Красная площадь»». На данном маршруте курсирует 20 автобусов марки ПАЗ с интервалом движения 7-10 минут;

- муниципальный маршрут №120А «ул. Им. Толбухина – Новое городское кладбище (х. Копанской);

- муниципальный маршрут №140А «Бальнеолечебница – х. Черников - Садоводческое товарищество «Урожайное»»;

- троллейбусный маршрут №4 «Железнодорожный вокзал «Краснодар-1» - ЖК «Немецкая деревня»». На данном маршруте работают 18

троллейбусов с интервалом движения 10-12 минут.

К школе №68 на подвозе школьным автобусом было 344 учащихся (в том числе 1 смена – 200 школьника, 2 смена – 144 школьников) из х. Копанской, Сады «Калинино», ул. Средняя – ул. Пригородная, и ул. Западный обход.

По данным, предоставленным компанией, осуществляющей школьные перевозки, данный подвоз делился на 3 маршрута:

1. Победы пер., х. Копанской – ул. Березовая – ул. Брусничная – х. Новый – пос. Краснолит – СТФ – МАОУ СОШ №68. Протяженность данного маршрута составляет 11 км; на линии работают 8 автобусов; за 8 рейсов суммарный пробег 1 автобуса составляет 88 км. Общий пробег по первому маршруту в будние дни составляет 400,2 км.

2. Сократ – ул. Средняя – сады «Калинино» - МАОУ СОШ №68. Протяженность данного маршрута составляет 15,3 км; на линии работают 5 автобусов; за 5 рейсов суммарный пробег 1 автобуса составляет 76,5 км. Общий пробег по второму маршруту в будние дни составляет 195,4 км.

3. ул. Пригородная – ул. Средняя – МАОУ СОШ №68. Протяженность данного маршрута составляет 7,3 км; на линии работают 4 автобуса; за 4 рейса суммарный пробег 1 автобуса равен 29,2 км. Общий пробег по третьему маршруту в будние дни составляет 213,4 км.

Школьники, проживающие в районе ул. Средней – ул. Пригородной, смогут доехать до школы на автобусе муниципального маршрута №29 «Поселок Колосистый – Центральный колхозный рынок». Маршрут обеспечивается 17 автобусами малой вместимости с интервалом движения 10-15 минут.

Для детей, живущих по ул. Западный обход, также в транспортной доступности, как и для обучающихся в школе №106 находятся следующие маршруты:

- муниципальный маршрут №75;
- муниципальный маршрут №120А;
- муниципальный маршрут №140А;
- троллейбусный маршрут №4.

Обсуждение.

Из данного обследования транспортной доступности, можно сделать вывод о том, что школьники смогут доезжать до образовательных учреждений городским пассажирским транспортом. Для этого, для учащихся, проживающих в

районе садов «Калинина», предложен новый муниципальный маршрут.

Для того, чтобы оценить эффективность городского пассажирского транспорта, его работу рассматривают с трех точек зрения:

- пассажира, который стремится получить комфортную и надежную услугу за минимальную стоимость;

- перевозчика, который ставит целью минимизировать свои расходы и увеличить доходы;

- органов власти, которые должны обеспечить населению транспортные услуги в достаточном объеме, надлежащего качества и с минимальными бюджетными расходами.

Интересы этих трех сторон могут совпадать, а могут быть разными. Например, пожелание пассажиров, чтобы автобусы ходили чаще и были менее заполнены, не совпадает с интересами перевозчика, так как более частый интервал требует увеличения его расходов.

На этом простом примере показана сложность решения задач, связанных с общественным транспортом. Их суть сводится к тому, чтобы найти баланс, который устроит всех. И именно этой цели служит оптимизация маршрутной сети, причем во главу угла ставятся интересы пассажиров - конечных потребителей транспортных услуг.

Рассмотрим эффективность с точки зрения пассажиров.

1. Доступность:

- пространственная доступность (достаточно ли близко расположены остановочные пункты от мест проживания, работы, учебы, досуга, а также друг от друга);

- временная доступность (в какое время населению доступны услуги общественного транспорта);

- доступность для различных групп пользователей, включая людей с ограниченными возможностями, детей, пожилых и т.д.;

- доступность оплаты проезда или проездных билетов (насколько легко оплатить поездку или приобрести проездной; насколько высока цена).

2. Информативность. Насколько информация о работе общественного транспорта:

- доступна;

- достоверна и точна;

- понятна пользователю;

- своевременна.

3. Надежность:

- соблюдение расписания и интервала движения;
- регулярность и своевременность даже в часы пик;
- техническая исправность транспортных средств.

4. Безопасность:

- защищенность от преступников, карманников, воров;
- риск аварий, несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций в поездке;
- оперативность оказания помощи в случае необходимости.

5. Время поездки до пункта назначения:

- время пешего хода до остановки и наоборот;
- время ожидания общественного транспорта; время поездки на транспортном средстве;
- время, затрачиваемое на пересадку.

6. Удобство и комфорт:

- переполненность салона;
- наличие удобств (кондиционер, отопление, электронные, бумажные и аудио системы оповещения и т.д.).

Эффективность с точки зрения перевозчика:

- рентабельность. Она зависит ряда факторов, включая протяженность маршрута, количество рейсов, вид транспорта, тип горючего;
- транспортная инфраструктура. К ней относятся остановочные комплексы, разворотные площадки, транспортно-пересадочные узлы, улично-дорожная сеть, выделенные полосы, управление движением;
- система оплаты проезда;
- субсидирование расходов.

Общественный транспорт с точки зрения органов власти:

- удовлетворение транспортных потребностей населения;

- своевременное изменение существующих и добавление новых маршрутов в маршрутную сеть;

- контроль качества предоставляемых услуг;
- разумные расходы на субсидирование перевозчиков;

- наличие стратегического плана или концепции развития маршрутной сети, соответствующих Генеральному плану города и планируемой застройке;

- учет новых тенденций (ночные рейсы, холостые рейсы для разгрузки маятниковых перевозок и др.), развитие туристических маршрутов, маршрутов выходного дня и т.д.

Так как целью является интеграция школьных перевозок в маршрутную сеть, то главными критериями городского пассажирского транспорта являются:

- время в пути;
- комфорт;
- доступность транспорта.

Также, немаловажным моментом является маршрут прямого следования от места проживания детей до их школ.

Рассмотрим новый маршрут регулярных перевозок от территории садов Калинина до поселка Колосистый.

В прямом направлении маршрут проходит по ул. Екатеринодарская, ул. Средняя, ул. Западный Обход, подъездная дорога на ОПХ Колос, ул. им. Макаренко, ул. Звездная. Протяженность маршрута в прямом направлении составляет 6,22 км.

В обратном направлении маршрут следует по ул. Звездная, пер. Звездный, подъездная дорога на ОПХ Колос, ул. Западный Обход, ул. Средняя, ул. Екатеринодарская. Протяженность маршрута в обратном направлении составляет 5,04 км.

Общая протяженность данного маршрута будет составлять 11,26 км. Маршрут представлен на рисунке 5.

Данный график движения рассчитан на подвижной состав среднего класса марки ПАЗ Вектор в количестве четырех единиц и одного в резерве вместимостью до 60 мест. Данная модель автобуса показана рисунке 6.

Рисунок 6. ПАЗ Вектор.



Заключение.

Таким образом, проанализирован существующую маршрутную сеть и транспортную доступность города Краснодара, исходя из чего, можно сделать вывод о том, что введение нового муниципального маршрута для перевозки школьников положительно скажется на транспортной доступности от места проживания, учащихся до места обучения, так как уйдет необходимость в пересадки на другой маршрут, что уменьшит время передвижения, но увеличит комфортность и доступность.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование в формате double-blind peer review (рецензенту неизвестны имя и должность автора, автору неизвестны имя и должность рецензента). Рецензия может быть предоставлена заинтересованным лицам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are reviewed in the double-blind peer review format (the reviewer does not know the name and position of the author, the author does not know the name and position of the reviewer). The review can be provided to interested persons upon request.

Литература:

1. Устойчивое развитие городской транспортной системы / Т.В. Коновалова, Сенин И.С., Котенкова И.Н.; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2023. – 232 с.
2. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций / Д. А. Дрючин, Т. В. Коновалова, Е. А. Лебедев [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 178 с.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660023 Российской Федерация. «Программа расчета численности транспортных средств, обслуживающих регулярный маршрут городского пассажирского транспорта при обеспечении оптимальной наполняемости салона» : № 2024618300 : заявл. 18.04.2024 : опубл. 02.05.2024 / С. Л. Надирян, Д. А. Дрючин, В. И. Рассоха, А. А. Изюмский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет".
4. Бочаров, И. А. Модель определения оптимального количества маршрутных транспортных средств / И. А. Бочаров, Ю. Л. Власов, В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 10(129). – С. 49-53.
5. Дрючин, Д. А. Совершенствование структуры городского пассажирского наземного транспортного комплекса на основе согласованного развития подсистем / Д. А. Дрючин // Вестник

Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 1(95). – С. 74-87.

References:

1. *Sustainable development of the urban transport system / T.V. Konovalova, Senin I.S., Kotenkova I.N.; KubSTU Federal State Budgetary Educational Institution. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2023. – 232 p.*
2. *Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations / D. A. Dryuchin, T. V. Konovalova, E. A. Lebedev [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 178 p.*
3. *Certificate of state registration of the computer program No. 2024660023 Russian Federation. "The program for calculating the number of vehicles serving the regular route of urban passenger transport while ensuring optimal occupancy of the cabin" : No. 2024618300 : application 04/18/2024 : publ. 05/02/2024 / S. L. Nadiryan, D. A. Dryuchin, V. I. Rassokha, A. A. Izyumsky ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Technological University".*
4. *Bocharov, I. A. Model for determining the optimal number of route vehicles / I. A. Bocharov, Yu. L. Vlasov, V. I. Rassokha // Bulletin of the Orenburg State University. – 2011. – № 10(129). – Pp. 49-53.*
5. *Dryuchin, D. A. Improving the structure of the urban passenger land transport complex based on the coordinated development of subsystems / D. A. Dryuchin // Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University. - 2024. – vol. 21, No. 1(95). – pp. 74-87.*

Информация об авторах:

Коновалова Татьяна Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой транспортных процессов и технологических комплексов, Институт механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Российская Федерация, 350072, Россия, sof008@yandex.ru. *ORCID: 0000-0002-1818-4229*

Надирян София Леоновна, старший преподаватель кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Институт механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Российская Федерация, sof00008@yandex.ru. *ORCID: 0000-0002-7489-9982*

Коцурба София Вячеславовна, ассистент кафедры транспортных процессов и технологических комплексов, Институт механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Российская Федерация; sof08008@yandex.ru. *ORCID: 0009-0001-4884-4224*

Tatyana V. Konovalova, Associate Professor, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department; Department of Transport Processes and Technological Complexes, Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation.

Sofia L. Nadiryan, Senior Lecturer, Department of Transport Processes and Technological Complexes, Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation.

Sofia V. Kotsurba, Assistant of the Department; Department of Transport Processes and Technological Complexes, Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation.