

УДК 656.132.072

**Рошин Александр Иванович**, канд. техн. наук, проф.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, zeppel-in@mail.ru

**Усман Дарин Мухаммад**, магистрант,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, dareenothman1731991@gmail.com

## **К ВОПРОСУ ПЛАНИРОВАНИЯ БАЗОВОЙ МАРШРУТНОЙ СЕТИ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА (НА ПРИМЕРЕ ПРОВИНЦИИ ЛАТАКИЯ – СИРИЯ)**

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные проблемы пассажирского транспорта в Сирии, а именно отсутствие регулярных маршрутов (отсутствуют расписание и контроль). Также рассматриваются методы (модели) маршрутизации транспортной сети в разных условиях, в том числе классические модели, такие как модель Г.А. Варелопуло, модель О.А.-Г. Этлухова, модель И.С. Ефремова и современные модели, такие как алгоритм муравьиных колоний. Предложена методология планирования базовой маршрутной сети наземного пассажирского транспорта, которая представляет собой первый этап, позволяющий улучшить обслуживание пассажиров, использующих пассажирский транспорт, чтобы добраться до работы или учебы с минимальной затратой времени, повысив качество перевозок в регионе, который страдает от отсутствия организации пассажирского транспорта (на примере провинции Латакия – Сирия). Показана успешность применения этой методологии, предлагающей разработку маршрутной сети из 20 маршрутов и удовлетворяющей потребность в перевозках пассажиров к центрам транспортного тяготения.

**Ключевые слова:** пассажирский транспорт, пассажирские перевозки, маршрутизация, регулярные маршруты, организация пассажирских перевозок, маршрутная сеть, пассажирский поток.

**Roschin Alexander I.**, Ph. D., professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, zeppel-in@mail.ru

**Usman Darin M.**, undergraduate,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, dareenothman1731991@gmail.com

## **FOR PLANNING THE BASIC ROUTE NETWORK OF LAND PASSENGER TRANSPORT (FOR EXAMPLE LATAKIA – SIRIYA)**

**Abstract.** The article deals the main problems in the field of passenger transport in Syria, namely the lack of regular routes (no schedule and control). It also covers methods for(model) routing of the transport network, including classic models like the model

Vaselopoulos, model Etluhkov, model Efremov, and modern models as the ant colony algorithm. The methodology of planning the basic route network of land passenger transport, which is the first step to allow the improvement of service to people in the movement to work and study (minimum time and more convenient and quality) in the region which suffer from a primitive organization of transport (for example, the province Latakia – Syria), which shows the success of the application of this methodology, through the development of the route network consists of 20 routes satisfy the need for the movement of passengers to the centers of gravity of transport.

**Key words:** transport, passenger transportation, routing, regular route, organization of passenger transportation, route network, passenger flow.

## **Введение**

Прежде чем перейти к главной теме статьи, следует обратить внимание на то, что пассажирский транспорт представляет собой одну из наиболее важных отраслей экономики. Он влияет на жизнь общества непосредственно (передвижение к местам работы, учебы, культурные и бытовые поездки). Результаты его деятельности составляют значительную долю в объеме платных транспортных услуг населению. Пассажирский транспорт оказывает существенное влияние на развитие и эффективность производства, способствует повышению уровня жизни населения, особенно при отсутствии у многих граждан личных транспортных средств, когда проблема своевременного и качественного удовлетворения спроса на перевозки перерастает из транспортной в социальную.

Планирование и организация эффективного транспортного обслуживания населения является одной из важнейших задач во многих странах мира. Исходя из этого, в статье рассмотрен процесс функционирования пассажирского транспорта в регионе, где отсутствуют какие-либо исследования этого процесса (на примере провинции Латакия – Сирия), а также разработанная методология планирования базовых маршрутных сетей наземного пассажирского транспорта.

Анализ существующих методов (подходов) по планированию маршрутной сети района позволил сделать следующие выводы.

В модели Г.А. Варелопуло [1] дано описание определения маршрутной схемы нового района по следующим этапам:

- обследование трудовых корреспонденций;
- выбор района-аналога;
- рациональный вариант маршрутной схемы;
- распределение самодеятельного населения

по пассажирообразующим и пассажиропоглощающим пунктам района;

- выбор наикратчайшего пути следования;
- формирование маршрутов-кандидатов, корректировка маршрутов;
- определение необходимого размерного ряда подвижного состава

по вместимости;

- оценка разработанного варианта маршрутной схемы;
- определение и планирование основных показателей маршрутной

сети на перспективу.

Основной целью модели О.А.-Г. Этлухова [2] является исследование методов организации автобусных перевозок в пригородном сообщении и разработка на основе результатов такого исследования разработка методик решения задач технологической организации перевозок, ориентированных на учет специфики эксплуатационных условий пригородных автобусных сообщений.

Задачу выбора рациональной схемы пригородных автобусных маршрутов формулируем следующим образом.

Известна транспортная сеть (совокупность дорог, по которым может быть организовано движение пригородных автобусов по определенным, выбираемым в процессе решения, маршрутам), состоящая из узлов, остановочных пунктов и ребер, участков транспортной сети, соединяющих узлы между собой. Каждому ребру сети соответствуют затраты времени  $t_{ij}$

и расстояние  $l_{ij}$  между пунктами  $i$  и  $j$ . Каждому пункту присвоен номер, а их общее число равно  $n$ .

Известны корреспонденции пассажиров между каждой парой остановочных пунктов в каждый период времени  $P_{ij}(\alpha)$ , где  $\alpha$  – период суток.

И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин [3] предлагают общую модель планирования маршрутной сети со следующей последовательностью:

- обследование потребностей населения в передвижении;
- определение транспортной подвижности населения;
- маршрутизация транспортной сети.

Е.А. Кочегурова, Я.А. Мартынов, Ю.А. Мартынова и С.Г. Цапко предлагают алгоритм муравьиных колоний для задачи проектирования маршрутных сетей городского пассажирского транспорта (ГПТ) [4], где предложена модель оптимизации системы городского пассажирского транспорта, позволяющая учитывать противоположные интересы её участников, адаптация эвристического алгоритма муравьиных колоний к задаче проектирования маршрутных сетей городского общественного транспорта. Преимуществами данного алгоритма можно назвать высокую эффективность по сравнению с другими методами глобальной оптимизации, адаптируемость и масштабируемость, а также гарантированную сходимость, что позволяет получить оптимальное решение независимо от размерности графа.

Авторы определили основные шаги алгоритма:

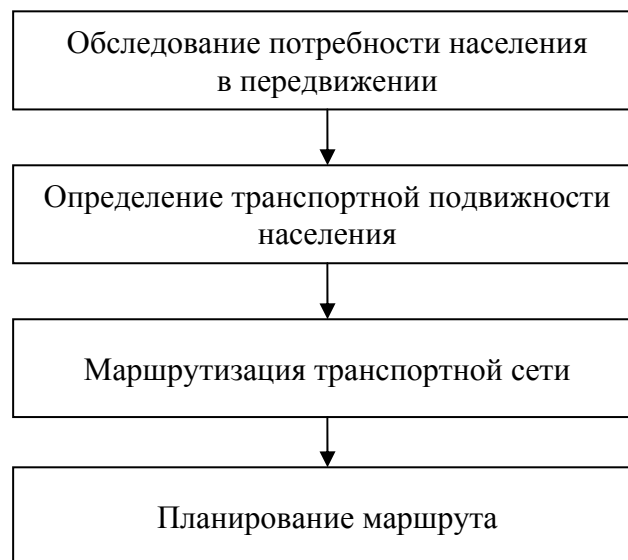
1. Инициализация: маршрутной сети, матрицы корреспонденций, параметров алгоритма, матрицы феромонов.
2. Выбор начальной и конечной остановок. Пара остановок считается допустимой, если не лежит внутри уже существующий маршрут, и удовлетворяет всем ограничениям.

3. Поиск пути: выбор следующей остановки основывается на вероятностном правиле перехода с учётом количества феромонов и расстояния между остановками.

4. Обновление феромонов: после нахождения маршрута происходит обновление матрицы феромонов.

5. Условие завершения алгоритма. Процесс построения маршрутной сети прекращается, если все маршруты между необходимыми парами начальных и конечных остановок найдены.

Алгоритм планирования базовой маршрутной сети наземного пассажирского транспорта представлен на рис. 1.



*Рис. 1. Алгоритм планирования базовой маршрутной сети пассажирского транспорта*

### **Обследование потребности населения в передвижении**

Перемещения людей в регионе связаны с размещением центров транспортного тяготения (фабрик, заводов, университетов, магазинов, мест массового отдыха и т.д.) (рис. 2).

Основными характеристиками передвижений являются протяженность (длина), скорость сообщения и затраты времени на передвижение. Наиболее общая характеристика передвижения –

затраты времени на передвижение  $t_0$ , которые определяются длиной передвижения  $l_0$  и приведенной скоростью сообщения в передвижении:  $t_0 = l_0/v_c$ .

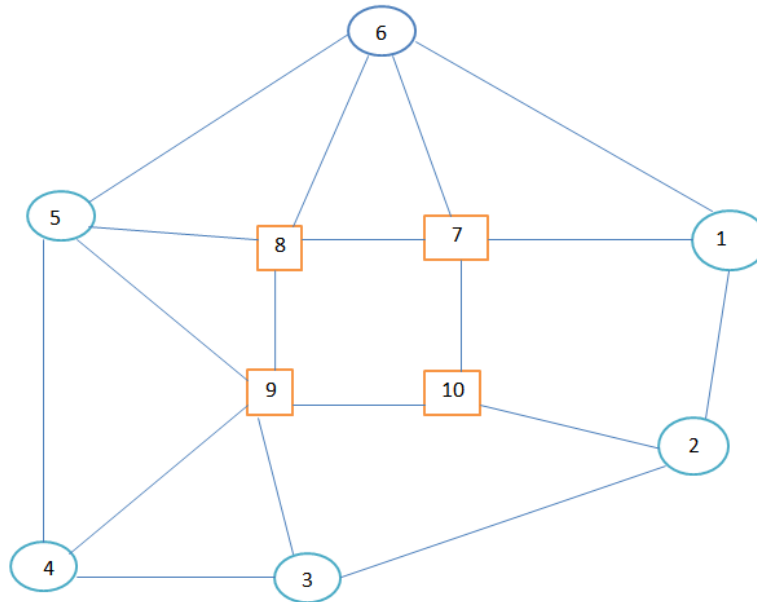


Рис. 2. Модель транспортной сети региона:  
1...6 – пункты формирования пассажирского потока;  
7...10 – пункты поглощения пассажирского потока

Матрица потребности – это база для формирования конкретных маршрутов.

В табл. 1 показана матрица потребности пассажиров в передвижении в соответствии с моделью транспортной сети региона (рис. 2).

Таблица 1

Матрица потребности пассажиров в передвижении

Куда \ Откуда	7	8	10	9	.	.	$Q_{\text{(прибытия)}}\Sigma$
1	$Q_{1-7}$	$Q_{1-8}$	$Q_{1-10}$	$Q_{1-9}$			
2	$Q_{2-7}$	$Q_{2-8}$	$Q_{2-10}$	$Q_{2-9}$			
3	$Q_{3-7}$						
4				$Q_{4-9}$			
5	.	$Q_{5-8}$	.	.			
6	.	.	$Q_{6-10}$	.			
.							
$Q_{\text{(отпр)}}\Sigma$							

$$Q_{\text{(отпр)}} = \Sigma Q_{\text{(прибытия)}}$$

### **Определение транспортной подвижности населения**

Транспортная подвижность – один из основных показателей, характеризующий транспортную систему, является интегральным показателем, отражающим противоречивый комплекс факторов:

- ритм жизни региона;
- градостроительные особенности и планировочную структуру;
- состояние и развитие транспортной системы;
- экономические аспекты;
- уровень цивилизации общества.

Транспортная подвижность населения является исходной информацией для планирования объемов перевозок пассажиров [4]:

$$ТПН = \Sigma\Pi/N,$$

где  $\Sigma\Pi$  – число поездок всего населения в год;  $N$  – численность населения региона, чел.

### **Маршрутизация транспортной сети**

Маршрутизацией транспортной сети называют выбор составляющих ее маршрутов и распределение между ними пассажиропотоков.

Задача маршрутизации занимает одно из центральных мест в организации пассажирских перевозок, так как существенно влияет на экономические и качественные показатели транспортного обслуживания населения и работы транспортных предприятий.

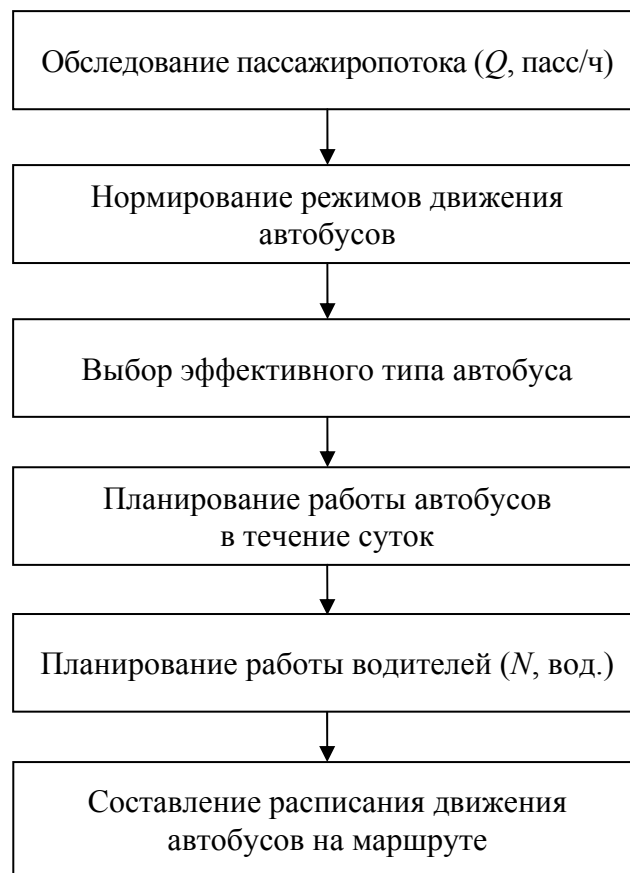
Цель маршрутизации ТС – обеспечение минимальных затрат времени пассажиров на поездку при минимальных транспортных затратах путем рационального выбора видов ГПТ и оптимальной вместимости подвижного состава (обеспечивающих максимальные скорости сообщения, наиболее высокое использование вместимости подвижного состава и минимальные затраты времени пассажиров на ожидание транспорта у остановочных пунктов), а также связей пассажирообразующих

и пассажиропоглощающих пунктов по кратчайшим направлениям с минимальными коэффициентами непрямолинейности и максимальной беспересадочностью.

### **Планирование маршрута**

Для расчёта маршрутов должны быть выполнены следующие этапы [5].

На рис. 3. показан алгоритм планирования маршрута.



*Рис. 3. Алгоритм планирования маршрута*

### **Пример применения предлагаемой методики (провинция Латакия)**

Было проведено обследование потребностей населения в передвижении в провинции Латакия.



Матрица потребностей пассажиров в провинции Латакия формируется на базе действующих перевозок по направлениям и времени. Для расчёта мощности пассажиропотока в основу положены следующие параметры:

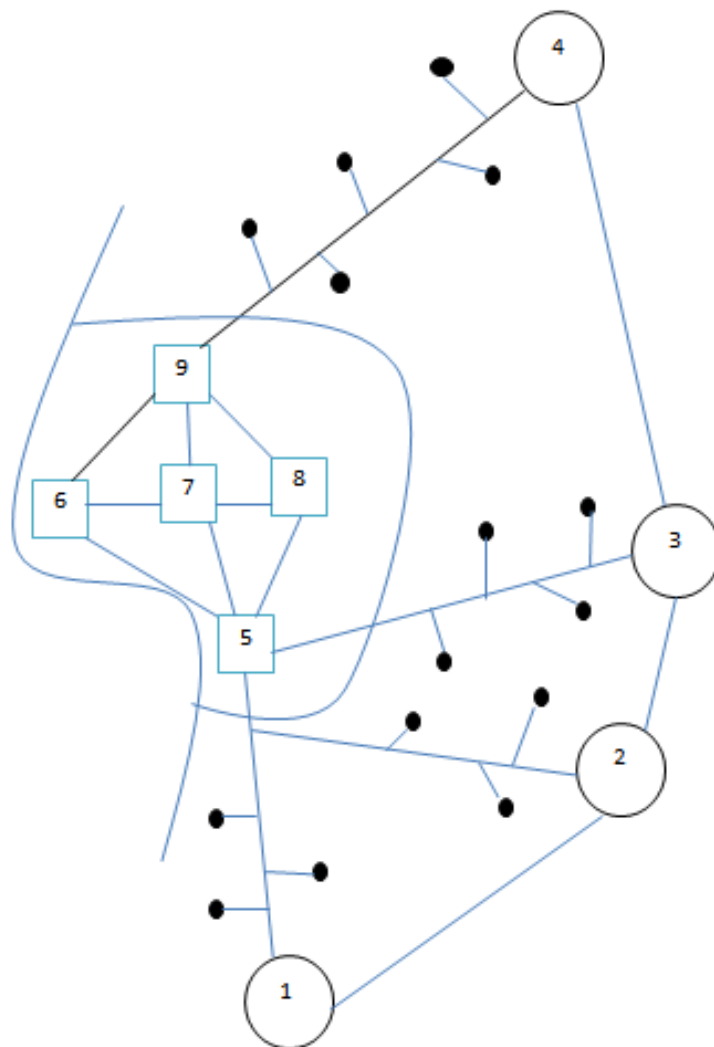
$h_a$  – частота движения отправленных микроавтобусов;

$\gamma_n$  – коэффициент наполнения микроавтобуса;

$q_n$  – номинальная пассажироместимость микроавтобуса.

Тогда мощность потока рассчитывается по формуле:

$$Q_{\max} = h_a \cdot q_n \cdot \gamma_n \text{ (пасс./час).}$$



*Рис. 4. Модель транспортной сети региона Латакия:  
1 – район Джабла; 2 – район Ал-Курдаха; 3 – район Алхафа;  
4 – населенный пункт Касан; 5 – Университет; 6 – Порт; 7 – Больница; 8 – Суд;  
9 – здание правительства провинции; • – населенный пункт*

Таблица 2

Матрица потребности пассажиров в передвижении  
к центрам тяготения города Латакия

Куда \ Откуда	5	6	7	9	8	$Q_{(прибытия)\Sigma}$
1	1000	500	400	500	600	3000
2	650	300	250	300	200	1700
3	500	300	200	200	300	1500
4	800	400	300	300	200	2000
$Q_{(отпр)\Sigma}$	2950	1500	1150	1300	1300	8200

$$Q_{(отпр)} = \Sigma Q_{(прибытия)}$$

**Определение транспортной подвижности населения  
к городу Латакия**

ТПН (поездка в год/чел)	Район Джабла	Район Ал-Курдаха	Район Алхафа	Район Касап
к городу Латакия	767	593	652	830

**Маршрутизация транспортной сети региона Латакия**

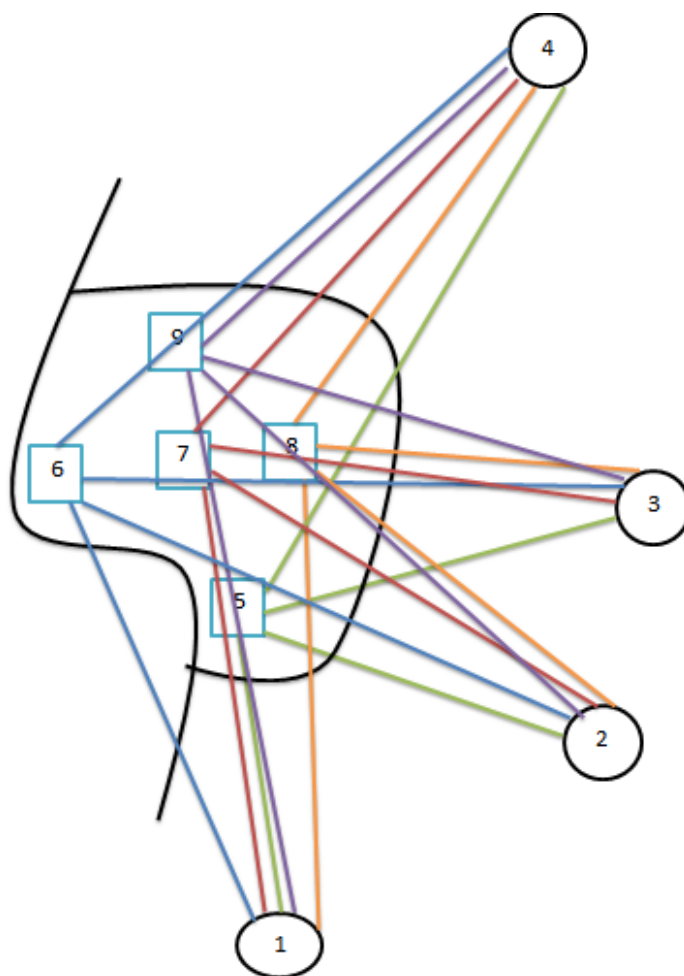
В результате исследования предложено 20 базовых маршрутов, обслуживающих потребность населения в передвижении к основным центрам тяготения в Латакии (рис. 5), где 1, 2, 3, 4 – последовательность расположения автостанций (район Джабла, район Ал-Курдаха, район Алхафа, район Касап), в которых начинаются маршруты, а 5, 6, 7, 8, 9 – основные центры тяготения. Последовательность следующая – Университетский городок, Порт, Больница, Суд, Здание правительства провинции.

**Заключение**

Планирование маршрутной сети пассажирского транспорта является важнейшим процессом в организации городского пассажирского транспорта. Оно позволяет четко организовать регулярные маршруты

движения ГПТ, полнее удовлетворить потребности людей в передвижении в регионе, где отсутствует маршрутная сеть. Разработка маршрутной сети требует много времени и информации о состоянии пассажирских перевозок и потребностях жителей региона в перевозках.

Таким образом, методика, которая предложена в статье, является целесообразной и необходимой и поэтому в дальнейшем будет реализована в Сирии.



*Рис. 5. Модель маршрутной сети региона Латакия*

### **Список литературы**

1. Варелопуло, Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г.А. Варелопуло. – М.: Транспорт, 1990. – 207 с.

2. Этлухов, О.А.-Г. Организация пригородных автобусных перевозок в условиях несбалансированных пассажиропотоков:

дис. ...канд. техн. наук / О.А.-Г. Этлухов; НИИАТ. – М., 1993.

3. Ефремов, И.С. Теория городских пассажирских перевозок / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

4. Алгоритм муравьиных колоний для задачи проектирования рациональных маршрутных сетей городского пассажирского транспорта / Е.А. Кочегурова, Я.А. Мартынов, Ю.А. Мартынова, С.Г. Цапко // Вестник СибГУТИ. – 2014. – № 3. – С. 89–100.

5. Роцин, А.И. Организация городского автобусного маршрута: метод. указ. к курсовому проекту по дисциплинам «Пассажирские перевозки» и «Технологические процессы автотранспортной отрасли» / А.И. Роцин, А.А. Пасынский. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008.

6. Федеральный закон от 13.07.2015 N 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182659/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182659/)

7. Роцин, А.И. Методические указания к лабораторным работам для подготовки студентов по дисциплине «Методы обследования транспортных процессов» / А.И. Роцин, Ф.В. Акопов, А.И. Жуков. – М.: МАДИ, 2015. – 32 с.

8. Постановление Правительства Московской области от 24 апреля 2006 г. № 343/15 «О порядке проведения натурного обследования пассажиропотоков на транспорте общего пользования». – URL: <http://bestpravo.com/moskovskaya/jb-pravo/w9a.htm>

9. Федеральный закон от 08.11.2007 N 259-ФЗ «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта». – URL: <http://www.autovokzal.org/images/pdf/federalnyj-zakon--259-fz.pdf>

## References

1. Varelopulo G.A. *Organizaciya dvizheniya i perevozok na gorodskom passazhirskom transporte* (Organization of traffic and transportation in urban passenger transport), Moscow, Transport, 1990, 207 p.
2. Ehtluhov O.A.-G. *Organizaciya prigorodnyh avtobusnyh perevozok v usloviyah nesbalansirovannyh passazhiropotokov* (Organization of suburban bus transportation in the conditions of unbalanced passenger traffic), Candidate sthesis, Moscow, NIAT, 1993.
3. Efremov I.S., Kobozev V.M., Yudin V.A. *Teoriya gorodskih passazhirskih perevozok* (Theory of urban passenger transport), Moscow, Vysshaya shkola, 1980, 535 p.
4. Kochegurova E.A., Martynov Ya.A., Martynova Yu.A., Capko S.G. *Vestnik SibGUTI*, 2014, no. 3, pp. 89–100.
5. Roshchin A.I., Pasynskij A.A. *Organizaciya gorodskogo avtobusnogo marshruta* (Organization of the city bus route), Moscow, MADI (GTU), 2008.
6. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182659/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182659/)
7. Roshchin A.I., Akopov F.V., Zhukov A.I. *Metodicheskie ukazaniya k laboratornym rabotam dlya podgotovki studentov po discipline «Metody obsledovaniya transportnyh processov»* (Methodical instructions to laboratory works for preparation of students on discipline "Methods of inspection of transport processes"), Moscow, MADI, 2015, 32 p.
8. URL: <http://bestpravo.com/moskovskaya/jb-pravo/w9a.htm>
9. URL: <http://www.autovokzal.org/images/pdf/federalnyj-zakon--259-fz.pdf>