

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В ОСТАНОВОЧНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ ПУНКТАХ ПРИ МНОГОКРАТНОМ ИЗМЕНЕНИИ ПАССАЖИРОПОТОКОВ

М. А. Арсланов¹, Ш. М. Минатуллаев², А. А. Филиппов³

^{1, 2}ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова»,

Республика Дагестан, г. Махачкала, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
г. Оренбург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье рассмотрены особенности математического моделирования организации перевозок пассажиров автомобильным транспортом в остановочно-пересадочных пунктах (ОПП) при многократном изменении пассажиропотоков, что характерно для курортных муниципальных образований, а также при организации спортивных, культурных и других массовых мероприятий.

Материалы и методы. Представлены материалы и разработана математическая модель, основанная на формализации функционирования ОПП как инфраструктурного объекта, предназначенного для реализации перевозочного процесса различных видов пассажирского транспорта в точке их притяжения. В качестве основного условия функционирования рассматривается соблюдение условия ритмичности подвижного состава (ПС) на ОПП.

Результаты. Теоретически решена задача поиска оптимальной структуры и количества единиц ПС автобусного транспорта по параметрам функционирования ОПП и условию полного и своевременного освоения многократно меняющихся пассажиропотоков в нём.

Обсуждение и заключение. С помощью математической модели организации перевозок пассажиров в остановочно-пересадочных пунктах определяются параметры функционирования ОПП и эффективность управления ими в условиях многократно изменяющихся пассажиропотоков. В качестве управляющих воздействий рассмотрено привлечение дополнительных перевозчиков, гибкое планирование маршрутов и расписания при соблюдении регулярности движения автобусов, ритмичности взаимодействия автобусов между собой и другими видами пассажирского транспорта в ОПП в пиковые периоды загрузки, что в конечном счёте обеспечивает эффективность и качество транспортного обслуживания населения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пассажирские перевозки, остановочно-пересадочный пункт, пассажиропоток, структура подвижного состава, ритмичность функционирования остановочно-пересадочного пункта, многократное увеличение пассажиропотоков.

© М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, А. А. Филиппов, 2018



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

MATHEMATICAL MODEL OF THE ORGANIZATION OF PASSENGERS' TRANSPORTATION IN STOPPING-TRANS-RELOCATION POINTS WITH A MULTIPLE CHANGE OF PASSENGER TRAFFIC

M.A. Arslanov, Sh.M. Minatullaev

*Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov,
Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia*

A.A. Filippov

*Orenburg State University,
Orenburg, Russia*

ABSTRACT

Introduction. The article concentrates on the mathematical modeling features of the organization of passengers' transportations by motor transport in stop-transfer point (STP) with the multiple change of passenger traffic, which is characteristic for resort municipal formations, and also at the organization of sports, cultural and other mass actions.

Materials and methods. Materials are presented and a mathematical model is developed, based on the formalization of the STP functioning, as an infrastructural object intended for realization of the transportation process by various types of passenger transport. In addition, compliance with the conditions of the rolling stock rhythmicity on the STP is considered as the basic operating condition.

Results. Consequently, the problem of finding the optimal structure and number of bus transport substation units for the STP functioning parameters and the condition for full and timely development of the repeatedly changing passenger flows in it is solved.

Discussion and conclusions. The results of mathematical modeling of passengers' transportations by motor transport allow estimating parameters of functioning of STP and efficiency of management in the conditions of repeatedly changing passenger flows. Therefore, the involvement of additional carriers, flexible planning of routes and schedules according to the regularity of bus traffic, the rhythm of the buses interaction and other types of passenger transport interaction in the STP during peak periods of loading, which ultimately ensures the efficiency and quality of transport services to the population, are considered as control actions.

KEYWORDS: passenger transportation, stop-transfer point, development of passenger traffic, mathematical model of transportation, rolling stock structure, rhythm of STP functioning, regularity of buses movement, passenger traffic, multiple increase in passenger traffic.

© M.A. Arslanov, Sh.M. Minatullaev, 2018



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Перевозки пассажиров автомобильным транспортом в современных условиях – это динамично развивающаяся сфера, в которой сталкиваются взаимоисключающие интересы, но от которой во многом зависит социально-экономическое благополучие населения. Основной задачей перевозчиков является извлечение максимальной прибыли при наименьшем расходе ресурсов. Пассажиры стремятся к максимально быстрому перемещению с наименьшими затратами в денежном эквиваленте, а также с высоким уровнем комфорта и безопасности. Государственные регулирующие органы создают условия для того, чтобы пассажирский транспорт стал максимально доступным и безопасным при наиболее полном соблюдении интересов всех сторон. В этой связи возникает множество взаимосвязанных теоретических и практических задач, от полноты решения которых зависит эффективность функционирования системы пассажирских перевозок.

В число важных задач входит исследование процесса перевозки пассажиров автомобильным транспортом на основе математического моделирования, что позволяет, изменяя параметры системы в разных комбинациях, находить оптимальные их сочетания. При решении таких задач система получает формализованное описание в виде математических моделей, которые отражают основные закономерности её функционирования. Для представления математических моделей используются инвариантные, аналитические, алгоритмические и схемные (графические) формы записи.

Анализ состояния вопроса в данной области показал значительную его проработку в части формирования критериев, показателей и методик, позволяющих оценить качество транспортного обслуживания населения в го-

родах¹ и эффективность работы городского пассажирского общественного транспорта². Данные научные исследования, результаты которых используются при моделировании транспортных процессов и систем, освещены в работах В.А. Гудкова. Важно отметить, что его научные разработки позволяют решать задачу подбора типа и количества автобусов в соответствии с пассажиропотоком на маршруте [1].

Имеется значительный задел и в области моделирования дорожного движения. Авторами³ [2] опубликованы работы, посвящённые моделированию транспортных потоков в городах, где существенное влияние оказывает организация маршрутов движения пассажирского общественного транспорта. В работе [2], например, представлены результаты имитационного моделирования организации дорожного движения при проведении масштабных массовых спортивных мероприятий.

Существенный вклад в исследование транспортных систем и транспортных потоков крупных городов внёс М.Р. Якимов⁴ [3, 4, 5]. В его работах рассмотрена оценка транспортной подвижности населения крупных городов для последующего формирования прогнозных и оптимальных моделей функционирования и развития транспортной системы. Автором построены прогнозные математические модели транспортного спроса и транспортного предложения в крупных городах.

Вопросам моделирования маршрутных сетей крупных городов посвящены также исследования О.Н. Ларина [6]. Им, в частности, предложена математическая модель, позволяющая рассчитать оптимальное количество автовокзалов и автостанций, а также определить наиболее рациональное месторасполо-

¹ Крашенинников А.В., Раюшкина А.А., Ширяев С.А., Гудков В.А. Исследование качества транспортного обслуживания населения в городах // Прогресс транспортных средств и систем – 2013: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Изд-во Волгоградского государственного технического университета, 2013. С. 18-20.

² Гудков В.А., Водолажский И.С. Состояние городского пассажирского транспорта в городе Волгограде // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции. Тюмень: Изд-во Тюменского индустриального университета, 2013. С. 22-27.

³ Zyryanov V., Kocherga V., Topilin I. Investigation of dependencies between parameters of two-component models of the kinetic theory of traffic flow and traffic characteristics. Transportation Research Procedia. 12th international conference "Organization and traffic safety management in large cities", SPBOTSIC 2016. St. Petersburg, 2017, pp. 746-75

⁴ Yakimov M. Optimal Models used to Provide Urban Transport Systems Efficiency and Safety. Transportation Research Procedia. 12th international conference "Organization and traffic safety management in large cities", SPBOTSIC 2016. St. Petersburg, 2017, pp. 702-708.

жение для них с точки зрения минимизации затрат времени пассажиров⁵.

Совершенствованием процесса повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам успешно занимаются учёные Оренбургского государственного университета под научным руководством Н.Н. Якунина [7, 8, 9, 10, 11]. Разработанные модели используются для решения широкого спектра прикладных задач, связанных с определением структуры подвижного состава пассажирского автомобильного транспорта, обеспечением регулярности и безопасности транспортного процесса, а также формированием мультимодальных транспортных систем.

Важно отметить, что рассмотренные выше транспортные модели направлены на достижение целей безопасности, обеспечения качества, снижение затрат. Для большинства городов в крупных ОПП характерна проблема задержки ПС при заезде на посадку из-за отсутствия свободных посадочных площадок, что увеличивает время перемещения пассажиров и затраты перевозчиков. Кроме этого, необходимо учитывать условие неопределённости многократного увеличения пассажиропотоков, которое отразится на структуре ПС и характере взаимодействия различных видов транспорта. Указанные особенности учтены в математической модели, представленной в данной статье.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Построение математической модели в нашем случае – это формализация функционирования ОПП как инфраструктурного объекта, предназначенного для реализации перевозочного процесса различных видов пассажирского транспорта в точке их притяжения. В процессе функционирования ОПП сформированные в нём пассажиропотоки осваиваются в полном объеме и своевременно, что запишем в следующем виде:

$$\begin{cases} Q = W_{\text{ОПП}}^{\text{наcc}} \cdot t \\ R^{\text{ОПП}} = J \\ Q \neq \text{const} \end{cases}, \quad (1)$$

где Q – сформированный в ОПП пассажиропоток, пасс.;

$W_{\text{ОПП}}^{\text{наcc}}$ – производительность ОПП, пасс./ч;

t – время, в течение которого пассажиропоток осваивается полностью;

$R^{\text{ОПП}}$ – ритмичность функционирования ОПП, мин;

J – интервал движения автобусов, мин.

Полнота освоения пассажиропотока характеризуется соответствием объёма пассажиров, обслуженных в ОПП, производительности ОПП, то есть выражением

$$Q = W_{\text{ОПП}}^{\text{наcc}} \cdot t. \quad (2)$$

Своевременность освоения пассажиропотока обеспечивается соответствием ритмичности функционирования ОПП интервалам движения автобусов, то есть когда

$$R^{\text{ОПП}} = J. \quad (3)$$

Выполнение данного условия характеризует ритмичность взаимодействия автобусов разных маршрутов между собой и с другими видами пассажирского транспорта в ОПП⁶ [12, 13, 14, 15].

Ритмичность функционирования ОПП $R^{\text{ОПП}}$ – это время, через которое очередной автобус будет готов к отправлению, что определяется:

– своевременным прибытием и отправлением автобусов по всем терминалам и посадочным площадкам ОПП в соответствии с плановыми интервалами движения и допустимыми отклонениями от них;

– согласованным взаимодействием различных видов пассажирского транспорта в ОПП.

$$Q \neq \text{const}. \quad (4)$$

⁵ Лазарев А.С., Ларин О.Н. Проблемы выбора оптимального месторасположения автовокзалов в населённых пунктах // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса. Межвузовский сборник научных статей (с международным участием). Самара: Изд-во Самарского государственного технического университета. 2013. С. 226-230. Лазарев А.С., Ларин О.Н. Анализ суммарного времени в пути для пассажиров – как одного из критериев оптимального расположения автовокзала в условиях крупного города // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса. Межвузовский сборник научных статей (с международным участием). Самара: Изд-во Самарского государственного технического университета. 2015. С. 156-163.

⁶ Минатуллаев Ш.М., Нестеренко Д.Х. Методика оперативного управления автобусными перевозками в условиях изменения пассажиропотоков // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники: материалы Международной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во ООО «Аэтерна», 2018. С. 84-89.

Формула (4) – это математическое выражение условия многократного изменения пассажиропотоков, что является основным условием при построении модели функционирования ОПП в нашем случае.

Рассмотрим частный случай, когда в ОПП обслуживается одноплатный ПС, то есть автобусы одинаковой вместимости. Тогда производительность ОПП, имеющего N_A терминалов и посадочных площадок, запишем в следующем виде, пасс./ч:

$$W_{\text{ОПП}}^{\text{пасс}} = \frac{N_A \cdot 60}{t_{\text{п(в)}} \cdot g_H \cdot K_H} \cdot q_H \cdot \gamma_C, \quad (5)$$

где $t_{\text{п(в)}}$ – время простоя ПС в процессе посадки (высадки) пассажиров, мин; g_H – коэффициент неравномерности (запаздывания) прибытия автобусов на посадочные площадки для посадки и высадки пассажиров;

K_H – коэффициент неравномерности пассажиропотока в заявленном периоде прибытий (отправлений) других видов пассажирского транспорта, определяется по формуле (6);

q_H – номинальная вместимость единицы ПС, пасс.;

γ_C – коэффициент статического использования вместимости единицы ПС.

$$K_H = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{ср}}}, \quad (6)$$

где Q_{max} – максимальный часовой пассажиропоток в заявленном периоде Δt прибытий (отправлений), пасс./ч;

$Q_{\text{ср}}$ – средний часовой пассажиропоток в заявленном периоде Δt прибытий (отправлений), пасс./ч.

Количество единиц ПС автобусного транспорта, которое необходимо подать к месту посадки (высадки) пассажиров для освоения сформированного в ОПП пассажиропотока Q обозначим $A^{\text{ПС}}$ и запишем следующую формулу, пасс.:

$$Q = A^{\text{ПС}} \cdot q_H \cdot \gamma_C. \quad (7)$$

Тогда с учётом формул (5) и (7) выражение (2) примет вид

$$A^{\text{ПС}} \cdot q_H \cdot \gamma_C = \frac{N_A \cdot 60}{t_{\text{п(в)}} \cdot g_H \cdot K_H} \cdot q_H \cdot \gamma_C \cdot t, \quad (8)$$

откуда

$$N_A = \frac{A^{\text{ПС}} \cdot t_{\text{п(в)}} \cdot g_H \cdot K_H}{60 \cdot t}. \quad (9)$$

Очевидно, что для полного и своевремен-

ного освоения заявленного пассажиропотока при его многократном изменении обязательным является выполнение ряда условий.

Во-первых, необходимо определить вместимость и количество автобусов, которые будут обслуживаться в ОПП, то есть обозначить параметры q_H и $A^{\text{ПС}}$. При этом должны выполняться условия (7) и (9). Полагаем, что в существующем ОПП $N_A = \text{const}$. Так как $t_{\text{п(в)}}$ меняется в зависимости от выбранной вместимости автобусов и эффективности функционирования ОПП, то для согласованной работы автобусов между собой и другими видами пассажирского транспорта необходимо также обеспечить выполнение условия (3) по ритмичности и интервалу движения за счёт составления корректного расписания. Тогда при правильном выборе вместимости автобусов изменение пассажиропотока потребует лишь определения необходимого их количества по формуле (7).

Во-вторых, изменение параметра $A^{\text{ПС}}$, как следует из формулы (9), влияет на количество задействованных при обслуживании в ОПП терминалов и посадочных площадок N_A . Если предположить, что это количество может меняться в течение времени t , то есть $N_A \neq \text{const}$, то задачу выбора вместимости и количества автобусов для полного и своевременного освоения многократно меняющегося пассажиропотока можно решить не привязываясь строго к выполнению условия $\gamma_C \rightarrow \text{max}$. Тогда и решение задачи не будет ограничиваться лишь определением необходимого количества автобусов. Оно распространится также на определение необходимого количества посадочных площадок в ОПП по формуле (9).

Рассмотренные выше зависимости хорошо аналитически описывают частный случай, когда в ОПП обслуживается одноплатный ПС. Но в общем случае приходится иметь дело с автобусами разной вместимости. Ниже представлено математическое описание процесса функционирования ОПП в общем случае.

Очевидно, что в общем случае должны выполняться те же самые условия (система (1)), что и в частном, только записать эти условия в строгом аналитическом виде не всегда представляется возможным. Например, уравнение (5) записывается для разнотипного ПС только для средневзвешенных значений, так как параметр $t_{\text{п(в)}}$ в нём определяется вместимостью автобуса и эффективностью обслуживания в ОПП. Так как ОПП – это система, которая классифицируется как многоканальная система массового обслуживания с ожиданием, то

для определения ряда параметров, например количества посадочных площадок, потребуется теория массового обслуживания.

Рассмотрим формулу (2), которая является математическим выражением условия полного освоения заявленного пассажиропотока. Из рассмотренного условия следует, что многократное изменение пассажиропотока требует пропорционального изменения производительности ОПП. В общем случае это обеспечивается и за счёт изменения количества автобусов, и за счёт изменения структуры ПС, что по аналогии с формулой (7) приобретает следующий вид:

$$Q = \sum_{i=1}^n (A_i^{ПС} \cdot q_n^i \cdot \gamma_c^i), \quad (10)$$

где i – вместимость автобуса;

n – количество задействованных в структуре ПС автобусов различной вместимости.

Автобусы i -й вместимости имеют строго соответствующие ему параметры q_n^i и γ_c^i . Таким образом, для каждого момента времени t находится необходимое сочетание структуры и, соответственно, количества ПС автобусного транспорта. Причём в этом сочетании определяющей является именно структура ПС, которая через параметры q_n^i и γ_c^i позволяет установить и количество автобусов. Важно, чтобы при этом выполнялось условие (10).

Поиск оптимальной структуры и количества единиц ПС автобусного транспорта не ограничивается только их соответствием заявленному пассажиропотоку. Необходимо не только в полном объёме, но своевременно осваивать многократно изменяющийся пассажиропоток, что требует выполнение ещё одного условия, которое по аналогии с формулой (3) запишется в следующем виде:

$$J_i \rightarrow R^{ОПП}, \text{ где } J_i \in \{J_1, \dots, J_n\}. \quad (11)$$

То есть структура и количество ПС подбирается также исходя из соответствия интервалов движения автобусов разной вместимости ритмичности функционирования ОПП, а не только по заявленному пассажиропотоку.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для наглядного представления сказанного выше используем теорию множеств и диа-

граммы Эйлера-Венна. Выделим и обозначим пять множеств, соответствующих пяти классам автобусов в соответствии с отраслевой нормалью ОН 025 270-66 (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОБУСОВ В СООТВЕТСТВИИ
С ОТРАСЛЕВОЙ НОРМАЛЬЮ ОН 025 270-66
TABLE 1
CLASSIFICATION OF BUSES IN ACCORDANCE WITH
IT 025 270-66 INDUSTRY NORM

Обозначение множества	Класс автобуса	Диапазон длины кузова, м
A	особо малый	до 5,5
B	малый	6,0...7,5
C	средний	8,5...10,0
D	большой	11,0...12,0
E	особо большой	16,5...24,0

Допустим, что автобусы одного класса имеют одинаковую, соответствующую этому классу пассажировместимость. Тогда получим следующую математическую запись, обозначающую количественную и качественную структуру ПС автобусного транспорта, обслуживаемого в ОПП.

$$\begin{cases} A = \{A_1^{ПС}, \dots, A_k^{ПС} | q_n^k = q_n^{ОМ}\} \\ B = \{A_1^{ПС}, \dots, A_l^{ПС} | q_n^l = q_n^M\} \\ C = \{A_1^{ПС}, \dots, A_m^{ПС} | q_n^m = q_n^C\}, \\ D = \{A_1^{ПС}, \dots, A_n^{ПС} | q_n^n = q_n^B\} \\ E = \{A_1^{ПС}, \dots, A_p^{ПС} | q_n^p = q_n^{ОБ}\} \end{cases}, \quad (12)$$

где $(A_1^{ПС}, \dots, A_k^{ПС}), \dots, (A_1^{ПС}, \dots, A_p^{ПС})$ – порядковые номера автобусов, показывающие количество единиц ПС в каждом из пяти классов A, ..., E;

k, \dots, p – количество единиц ПС в каждом из пяти классов A, ..., E;

$q_n^{ОМ}, \dots, q_n^{ОБ}$ – номинальная вместимость единицы ПС каждого из пяти классов A, ..., E.

Формирование подвижного состава необходимой структуры и количества есть пересечение множеств A, B, C, D, E, то есть

$$A \cap B \cap C \cap D \cap E = \sum_{i=1}^n A_i^{ПС}. \quad (13)$$

Графическая интерпретация решения описанной выше задачи представлена на рисунке.

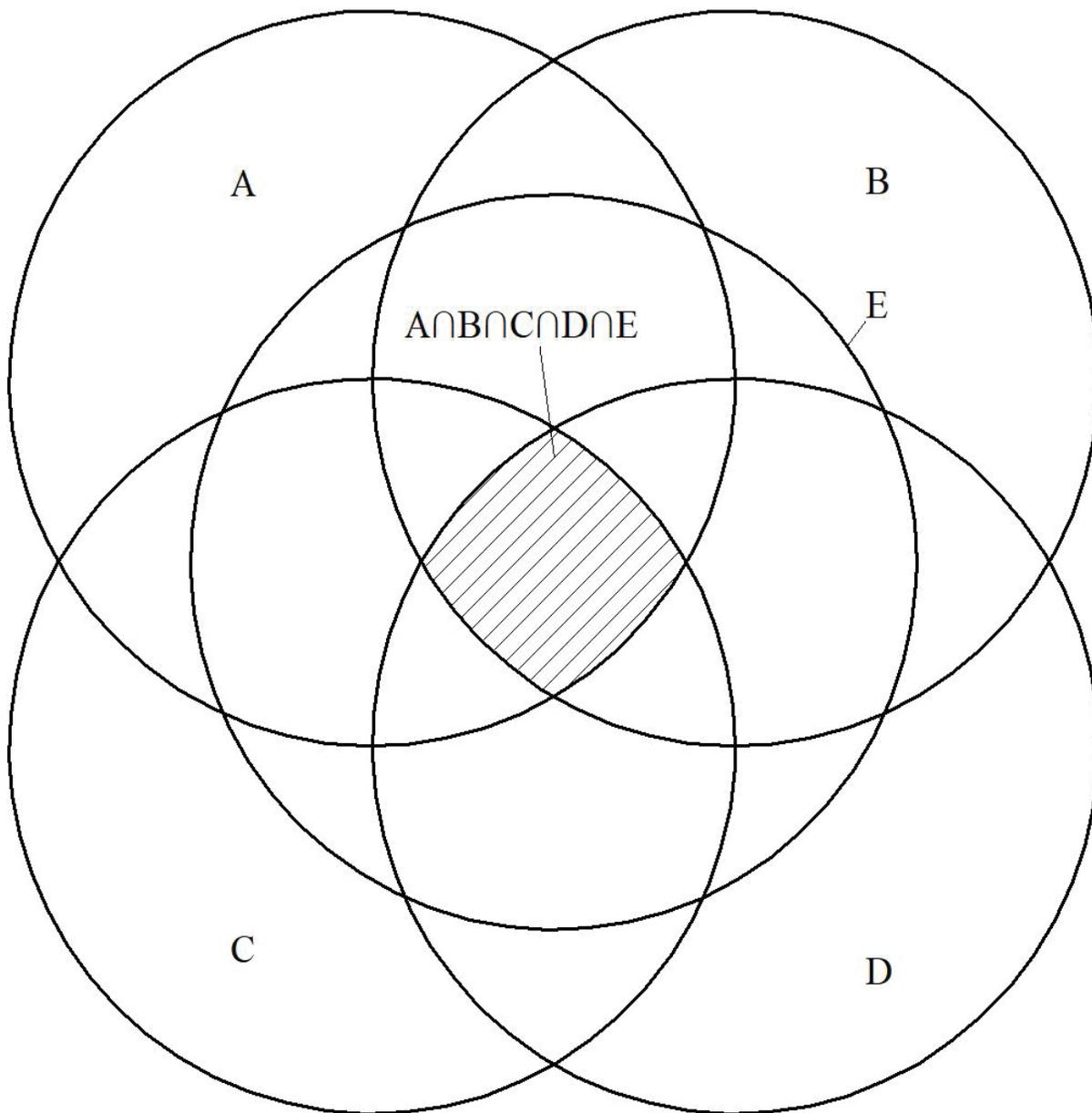


Рисунок 1 – Формирование структуры и количества ПС

Figure 1 – Formation of the structure and number of PS

Пять множеств пересекутся (см.рисунок), и, соответственно, решение будет найдено, когда одновременно выполнятся условия (10), (11) и (13). Тогда будет сформирована оптимальная структура ПС как по вместимости, так и по количеству автобусов, способная обеспечить освоение многократно меняющегося пассажиропотока в полном объёме и своевременно.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленная в статье математическая модель организации перевозок пассажиров автомобильным транспортом в

ОПП позволяет оценивать параметры функционирования ОПП и эффективность управления ими в условиях многократно изменяющихся пассажиропотоков. В качестве управляющих воздействий рассмотрено привлечение дополнительных перевозчиков, гибкое планирование маршрутов и расписания при соблюдении регулярности движения автобусов, ритмичности взаимодействия автобусов между собой и другими видами пассажирского транспорта в ОПП в пиковые периоды загрузки, что в конечном счёте обеспечивает эффективность и качество транспортного обслуживания на-

селения. При моделировании использованы элементы теории множеств, массового обслуживания, пассажирских автомобильных перевозок. Следовательно, представленные в статье результаты математического моделирования теоретически обоснованы и сами являются мощной теоретической базой для разработки методов и алгоритмов повышения эффективности перевозок пассажиров автомобильным транспортом в условиях многократно изменяющихся пассажиропотоков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давиденко А.С., Ширяев С.А., Гудков В.А., Раюшкина А.А., Устинова О.В. Соответствие типа и количества автобусов пассажиропотоку на основных маршрутах г. Волгограда // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. 2012. Т.5. № 2 (89). С. 56-58.
2. Зырянов В.В., Загидуллин Р.Р. Методика оценки и выбора варианта организации движения транспорта при проведении масштабных массовых мероприятий // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2017. № 2. С. 43-47.
3. Якимов М.Р., Арепьева А.А. Транспортное планирование: особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах: монография. Москва: Изд-во Логос, 2016. 281 с.
4. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. Москва: Изд-во Логос, 2013. 447 с.
5. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. Москва: Изд-во Логос, 2013. 187 с.
6. Ларин О.Н., Кажаяев А.А. Совершенствование маршрутных сетей крупных городов: монография. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 148 с.
7. Якунин Н.Н., Якунина Н.В., Спирин А.В. Модель организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок // Грузовое и пассажирское хозяйство. 2013. № 3. С. 78-83.
8. Якунина Н.Н., Якунина Н.В., Спирин А.В. Технологические особенности модели организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок // Грузовое и пассажирское хозяйство. 2013. № 4. С. 70-74.

9. Якунина Н.В. Теоретическое обоснование модели повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам // Автотранспортное предприятие. 2014. № 11. С. 47-48.

10. Якунина Н.В. Методологические основы модели повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам // Вестник СибАДИ. 2014. № 6 (40). С. 61-66.

11. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам: монография. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. 262 с.

12. Минатуллаев Ш.М., Данилов С.В., Рябов И.М. Оптимизация работы автобусов при их взаимодействии с другими видами пассажирского транспорта в транспортно-пересадочных узлах // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, № 6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/04TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

13. Рябов И.М., Данилов С.В., Минатуллаев Ш.М. Моделирование работы мультимодальной перевозочной системы в период проведения массовых мероприятий в курортной зоне // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2016. № 4 (16). С. 50-54.

14. Kohler, U. Wermuth, M.: Analyse der Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen, Schriftenreihe Forschung StraBenbau und StraBenverkehrswesen Heft 804. Bonn. Bundesministerium fur Verkehr. Bau- und Wohnungswesen, 2001.

15. Landmann, J. Aufbereitung und Untersuchungen der Eebungsdaten „Krafftah/eugverkehr in Deutschland“ zur Nutzung fur verkehrsplanerische Berechnungen. Studienarbeit. TU Dresden, Institut fur Verkehrsplanung und StraBenverkehr, 2005.

REFERENCES

1. Davidenko A.S., Shirjaev S.A., Gudkov V.A., Rajushkina A.A., Ustinova O.V. The type and number of bus passenger traffi on the main routes in the city of Volgograd. *Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Nazemnye transportnye sistemy*, 2012, V.5, no. 2 (89), pp. 56-58. (In Russian).
2. Zyrjanov V.V., Zagidullin R.R. Methodology for the evaluation and selection of the organization of traffi during large-scale mass events. *Intellekt. Innovacii. Investicii*, 2017, no. 2, pp. 43-47. (In Russian).

3. Yakimov M.R., Arep'eva A.A. *Transportnoe planirovanie: osobennosti modelirovaniya transportnykh potokov v krupnykh rossijskikh gorodakh* [Transport planning: modelling the transport flows in major Russian cities]. Moscow, Logos, 2016. 281 p.

4. Trofimenko Ju.V., Yakimov M.R. *Transportnoe planirovanie: formirovanie jeffektivnykh transportnykh sistem krupnykh gorodov* [Transport planning: formation of efficient transport systems of large cities]. Moscow, Logos, 2013. 447 p.

5. Yakimov M.R. *Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnykh modelej gorodov* [Transport planning: creation of transport models of cities]. Moscow, Logos, 2013. 187 p.

6. Larin O.N., Kazhaev A.A. *Sovershenstvovanie marshrutnykh setej krupnykh gorodov* [Improving route networks of major cities]. Chelyabinsk, Publishing center JuUrGU, 2013. 148 p.

7. Yakunin N.N., Yakunina N.V., Spirin A.V. The Model of organization of transport service of the population motor transport on routes of regular transportations. *Gruzovoe i passazhirskoe hozjajstvo*, 2013, no. 3, pp. 78-83. (In Russian).

8. Yakunin N.N., Yakunina N.V., Spirin A.V. Technological features of the model of organization of transport service of the population motor transport on routes of regular transportations. *Gruzovoe i passazhirskoe hozjajstvo*, 2013, no. 4, pp. 70-74. (In Russian).

9. Yakunina N.V. Theoretical substantiation of the model of improving the quality of passenger transportation by road on regular routes. *Avtotransportnoe predpriyatje*, 2014, no. 11, pp. 47-48. (In Russian).

10. Yakunina N.V. Methodological basis of the model of improvement of quality of transportations of passengers by motor transport on regular routes. *Vestnik SibADI*, 2014, no. 6 (40), pp. 61-66. (In Russian).

11. Yakunina N.V. *Metodologija povyshenija kachestva perevozok passazhirov avtomobil'nyim transportom po reguljarnym marshrutam* [Methodology of improvement of quality of transportations of passengers by motor transport on regular routes]. Orenburg, 2015. 262 p.

12. Minatullaev Sh.M., Danilov S.V., Rjabov I.M. Optimization of the bus in their interaction with other types of passenger transport in transport hubs. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2016, vol. 8, no 6 (2016). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/04TVN616.pdf> (accessed 6 April 2011).

13. Rjabov I.M., Danilov S.V., Minatullaev Sh.M. The simulation of multimodal transport system during mass events in the resort area. *Jenergo- i resursosberezenie: promyshlennost' i transport*, 2016, no. 4 (16), pp. 50-54. (In Russian).

14. Kohler, U. Wermuth, M. Analyse der Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen, Schriftenreihe Forschung StraBenbau und StraBenverkehrswesen Heft 804. Bonn. Bundesministerium fur Verkehr. Bau- und Wohnungswesen, 2001.

15. Landmann, J. Aufbereitung und Untersuchungen der Emissionsdaten „Kraftfahr/eugverkehr in Deutschland“ zur Nutzung fur verkehrsplanerische Berechnungen. Studienarbeit. TU Dresden, Institut fur Verkehrsplanung und StraBenverkehr, 2005.

Поступила 10.04.2018, принята к публикации 25.06.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Арсланов Мурат Арсланович – кандидат технических наук, д-р сельскохозяйственных наук, доц., проф. кафедры технической эксплуатации автомобилей ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» (367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 180. e-mail: arsmurat@yandex.ru).

Минатуллаев Шамиль Минатуллаевич – старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» (367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 180. e-mail: interpol1199@mail.ru).

Филиппов Андрей Александрович – кандидат технических наук, доц. кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (460018, г. Оренбург, проспект Победы, д. 13, e-mail: aafilippov1979@gmail.com).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Arslanov Murat Arslanovich – Candidate of Technical Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Technical Operation of Automobiles Department, Dagestan State Agricultural University named

after M.M. Dzhambulatov (367032, Republic of Dagestan, Makhachkala, 180, M. Gadzhiev St., email: arsmurat@yandex.ru, phone: 89604101444).

Minatullaev Shamil' Minatullaevich – Senior Lecturer of the Technical Operation of Automobiles Department, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov (367032, Republic of Dagestan, Makhachkala, 180, M. Gadzhiev St., email: interpol1199@mail.ru, phone: 89634066630).

Filippov Andrey Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Technical Operation and Repair of Automobiles Department, Orenburg State University (460018, Orenburg, 13, Pobedy Av., email: aafilippov1979@gmail.com, phone: 89128487472).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Арсланов М.А., Минатуллаев Ш.М., Филиппов А.А. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTION

Arslanov M.A., Minatullaev Sh.M., Filippov A.A. have equal author's rights and equal responsibility for plagiarism.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.