



- летних строений железнодорожных мостов // Путь и путевое хозяйство. 2006. № 11. С. 26–27.
11. Напряженное состояние мостовых ферм и опытные исследования: Десятый Сборник Отдела Инженерных Сооружений. М. : Транспечать, 1926. 169 с.
 12. Дополнительные напряжения мостовых ферм от жесткости узлов и их практическое значение / Е.О. Патон и др. М., 1930. 318 с.
 13. Инструкция по обследованию и перерасчету металлических железнодорожных мостов. Утв. ЦПЗ Косорез 09.10.1932 г. М.-Л. : Транспечать НКПС, 1933. 128 с.
 14. К вопросу о временной вертикальной нагрузке для расчета ж.-д. мостов / Н. Парамонов и др. М. : Трансжелдориздат, 1935 80 с.
 15. Писицын М.Е. К вопросу о грузоподъемности железнодорожных мостов М. : Трансжелдориздат, 1949. 220 с.
 16. Содержание, реконструкция и усиление мостов и труб / В.О. Осипов и др. М. : Транспорт, 1996. 471 с.
 17. Руководство по определению грузоподъемности металлических пролетных строений железнодорожных мостов : утв. Гл. упр. пути МПС 02.08.1985 г. М. : Транспорт, 1987. 272 с.
 18. Бокарев С.А., Ращепкин А.А. Совершенствование методики оценки грузоподъемности металлических пролетных строений железнодорожных мостов // Вестник ТГАСУ. 2006. № 2. С. 177–186.

УДК 656.025

Гозбенко Валерий Ерофеевич,
д. т. н., профессор,

Иркутский государственный университет путей сообщения,
тел. (3952) 638357, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Крипак Марина Николаевна,
к. т. н., доцент,

Севастопольский государственный университет,
тел. 8 (902)5197750, e-mail: marikol@yandex.ru

Лебедева Ольга Анатольевна,
к. т. н., доцент,

Ангарский государственный технический университет,
тел. 8 (952)6326611, e-mail: kravhome@mail.ru

Каргапольцев Сергей Константинович,
д. т. н., профессор,

Иркутский государственный университет путей сообщения,
тел. 8(3952) 638-301, e-mail: kck@irgups.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

V. E. Gozbenko, M. N. Kripak, O. A. Lebedeva, S. K. Kargapoltsev

IMPROVEMENT IN THE FUNCTIONING OF TRANSPORT NETWORK OF URBAN PASSENGER TRANSPORT BY USING AUTOMATION OF OPTIMAL ROLLING STOCK SELECTION MODEL

Аннотация. В статье выявлены и проанализированы основные факторы, воздействующие на организацию эффективного функционирования транспортной сети городского пассажирского транспорта. Автоматизация модели выбора оптимального подвижного состава является важной задачей для повышения эффективности функционирования транспортной сети.

Отмечено, что тип транспортных средств, обслуживающих конкретный маршрут, так же как и конфигурация маршрутной сети, в значительной степени влияет на общие затраты транспортной системы. В этой связи рассмотрена оптимизационная двухуровневая математическая модель выбора подвижного состава необходимой вместимости, которая может быть использована для различных транспортных сетей, с целью обеспечения наиболее полного и качественного удовлетворения потребности населения в перевозках и необходимого уровня качества обслуживания, во взаимосвязи с экономической целесообразностью. Понятие «экономическая целесообразность» включает в себя повышение производительности труда, размера прибыли и уровня рентабельности транспортных организаций, минимизацию суммарных социальных издержек, связанных с эксплуатацией транспортной системы. Структура затрат, использованная в данной модели, – затраты пассажиров и эксплуатационные расходы. Модель предполагает, что пассажиры выбирают из всех возможных маршрутов, соединяющих любые два узла в сети общественного транспорта. Предполагается, что система имеет ограниченную пропускную способность и, следовательно, время в пути увеличивается пропорционально количеству пассажиров.

Представленная в статье методика выбора оптимального вида подвижного состава позволяет снизить эксплуатационные затраты, однако для эффективности реализации необходима слаженная работа всех участников перевозочного процесса.

Ключевые слова: транспортная система, математическая модель, переменные, выбор подвижного состава, маршрут.



Abstract. *The article identified and analyzed the main factors that affect the organization of the efficient functioning of the transport network of urban passenger transport. Automation of selecting the optimal model of rolling stock is an important task to improve the efficiency of the transport network functioning.*

It is noted that the type of vehicles serving a specific route, as well as the configuration of the route network, largely affects the overall cost of the transport system. In this regard, we reviewed the optimization mathematical model of two-level choice of rolling stock required capacity, which can be used for different transport networks, of in order to provide the most complete and qualitative satisfaction of needs of the population in the necessary traffic and quality of service, in conjunction with the economic feasibility. The concept of «economic feasibility» includes increased productivity, profit margins and profitability of transport companies, minimizing the total social costs associated with the operation of the transport system. Cost structure used in this model – passenger and operating costs. The model assumes that the passengers are selected from all the possible routes connecting any two nodes in the public transport network. It is assumed that the system has a limited bandwidth and, therefore, travel time increases proportionally to the number of passengers.

The methods of selecting the optimal type of rolling stock presented in the article, allow to reduce operating costs, but for effective implementation coordinated work of all participants in the transportation process is necessary.

Keywords: *transport system, mathematical model, variables, choice of rolling stock, route.*

Введение

Повышение транспортной доступности является одной из актуальных задач любого современного города. С решением этой задачи связано развитие и оптимизация городской транспортной сети, сокращение времени ездки, улучшение экологической обстановки, повышение качества жизни в городах. Все эти факторы прямо или косвенно влияют на решение большинства проблем современных городов.

Оптимальное сочетание различных видов транспорта, а также подвижного состава различной вместимости позволит обеспечить наиболее полное и качественное удовлетворение потребности населения в перевозках [1, 2]. Вопрос выбора подвижного состава активно рассматривался в 80-х годах XX века, со временем интерес несколько ослаб, но в последнее время опять вышел на первый план. Технологические успехи, достигнутые за последние годы в области проектирования транспортных средств, требуют дополнительного анализа этих вопросов. Проблемы выбора транспортного средства необходимой вместимости и оптимизации интервалов движения решаются с целью минимизации суммарных социальных издержек, связанных с эксплуатацией транспортной системы.

Цель системы городского пассажирского транспорта (ГПТ) заключается в обеспечении высокого уровня мощности инфраструктуры с целью удовлетворения спроса на передвижение населения и обеспечение необходимого уровня качества обслуживания, во взаимосвязи с экономической целесообразностью [3–6].

Эффективность работы общественного пассажирского транспорта определяется использованием подвижного состава, от которого зависит производительность труда, себестоимость перевозок, размер прибыли и уровень рентабельности транспортных организаций [7].

Базой для измерения качества транспортно-обслуживания служит система установленных нормативов. С точки зрения пассажира качество

обслуживания (особенно в городах и населенных пунктах) во многом определяется общими затратами времени на поездку. Строительными нормами (СНиП II-K.2-62 Планировка и застройка населенных мест. Нормы проектирования) предусмотрены следующие требования к транспортным системам. Затраты времени на передвижения от мест проживания до мест работы и других мест массового посещения (в один конец) не должны превышать 40 минут в крупнейших и крупных городах, а также в других населенных местах, где места приложения труда размещены на значительном расстоянии от жилых районов, и 30 минут – в остальных населенных пунктах. Как показывают исследования работы городского транспорта, суммарные затраты времени на поездки в различных городах России на 22–43 % превышают этот норматив [8].

Тип транспортных средств, обслуживающих конкретный маршрут, так же как и конфигурация маршрутной сети, в значительной степени влияет на общие затраты транспортной системы. Нерациональное использование транспортных средств, связанное с неправильным выбором типа подвижного состава, либо с несоответствием выбранного маршрута, приводит к необоснованным расходам.

Одной из причин низкого наполнения пассажирских транспортных средств является их неоптимальная вместимость. Завышенная вместимость снижает средний коэффициент использования пассажироместности или вызывает необходимость применения движения транспортных средств с большими интервалами, заниженная – повышает затраты за счет применения менее эффективных пассажирских транспортных средств.

Рассмотрим существующие виды автобусов и их применение.

Вместе с новой международной классификацией в нашей стране также используется отраслевая нормаль ОН 025 270-66, регламентирующая классификацию и систему обозначения АТС. Подвижному составу присваивались обозначения в соответствии с заводскими реестрами, включа-



ющими как буквенные обозначения завода-изготовителя, так и порядковый номер модели подвижного состава. Заводские обозначения подвижного состава практикуются до настоящего времени для ряда моделей, включая АТС специализированного и специального назначения.

В соответствии с нормалью ОН 025 270-66 была принята следующая система обозначения АТС. Для автобусов по габаритной длине (в метрах) [9]:

- 22 – особо малый (длина до 5,5);
- 32 – малый (6,0–7,5);
- 42 – средний (8,5–10,0);
- 52 – большой (11,0–12,0);
- 62 – особо большой;
- (сочлененный) (16,524,0).

Движение транспортных средств с большими интервалами или слишком высокий коэффициент использования пассажироместности снижают качество обслуживания пассажиров. Поэтому пассажироместность единицы транспортного средства, применяемого на маршрутах перевозок в регулярном сообщении, необходимо оптимизировать.

Различные экономико-математические модели систем пассажирского транспорта отличаются тем, насколько полно в них отражены знания разработчиков модели о внутреннем строении моделируемых систем, и являются ли они подходящими для применения с точки зрения достижения целей системы пассажирского транспорта.

Основные параметры городского пассажирского транспорта

Работа городского пассажирского транспорта общего пользования зависит от различных факторов: структуры сети, расстояний между остановками, маршрутов, охватывающих рассматриваемую сеть; политики ценообразования, платы за проезд, интервала движения и вида подвижного состава.

Поэтому в данной статье рассмотрим модели относительно двух переменных – интервала движения и вида подвижного состава [10–17]. Исходим из того, что остальные факторы трудно изменить, так как они уже зарекомендовали себя относительно критерия удовлетворения спроса.

Примем, что остальные переменные, влияющие на транспортную систему, фиксированные.

Рассмотрим оптимизационную двухуровневую математическую модель, предлагающую выбор оптимального размера подвижного состава. На верхнем уровне функция для социального благополучия, представляющая затраты как пользователя, так и управляющей компании, с учетом технологических ограничений и удовлетворения спроса.

Нижний уровень включает модель распределения ездки.

Переменные – интервалы движения каждого маршрута, где n число маршрутов в сети, которые являются фиксированной переменной (0, 1), предполагая, что значение «1» присваивается, если тип автобуса k используется на маршруте I , и «0» в других случаях.

Структура затрат, использованная в данной модели, – затраты пассажиров (УС) и эксплуатационные расходы (ОС). Затраты пассажиров получают путем моделирования и зависят от переменных, как показано в следующей формуле:

$$UC = \phi_a TAT + \phi_w TWT + \phi_v TVT + \phi_t TTT. \quad (1)$$

где

TAT – общее время подхода к остановочному пункту;

TWT – общее время ожидания;

TVT – общее время движения;

TTT – общее время, затраченное на пересадку;

ϕ_a – значение времени подхода к остановочному пункту;

ϕ_w – значение времени ожидания;

ϕ_v – значение времени движения;

ϕ_t – значение времени, затраченное на пересадку.

Общая стоимость равна (километров):

$$CK = \sum_i \sum_k L_i f_i CK_k \delta_{k,i}. \quad (2)$$

где

L_i – длина маршрута I ;

f_i – интервал движения на маршруте I ;

CK_k – удельная стоимость километра пути на автобусе вида k ;

$\delta_{k,i}$ – переменной присваивается значение «1», если вид автобуса назначается на маршрут, и значение «0» в других случаях.

Затраты на ожидание подвижного состава на остановочном пункте:

$$CR = TG_k \sum_i \sum_k CR_k \delta_{k,i} Y_i. \quad (3)$$

где

TG_k – среднее время посадки и высадки пассажиров, для автобуса вида k ;

CR_k – издержки на одного пассажира в час при ожидании подвижного состава, на определенном виде автобуса;



Y_i – спрос на поездку (получаем с помощью моделирования транспортной сети).

$$TG_k = \beta_0 + \max_j \{ \beta_s NS_j + \beta_B NB_j \} \quad (4)$$

где

NS_j (NB_j) – количество вошедших/вышедших пассажиров, использовавших дверь j на остановке;

$\beta_0, \beta_s, \beta_B$ – параметры.

Если остановочный пункт перегружен, то движение городского пассажирского транспорта становится дезорганизовано и время увеличивается (β_0), а предельное время до прихода следующего подвижного состава (β_s) может возрасти. Аналогичным образом, предельное время для выхода из автобуса (β_B) возрастает, если автобус заполнен и продвижение пассажиров по салону занимает больше времени. Расходы на персонал принимаются как:

$$CP = C_p \sum_i f_i, \quad (5)$$

где

C_p – издержки на перевозку пассажиров в час.

Постоянные издержки для автобусов рассчитываются по следующей формуле:

$$CF = \sum_i \sum_k f_i CF_k \delta_{k,i}. \quad (6)$$

На основе вышепредставленной структуры затрат, задача оптимизации для верхнего уровня выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \min Z = & \phi_a TAT + \phi_w TWT + \phi_v TIVT + \\ & + \phi_l TTT + \sum_i \sum_k L_i f_i CK_k \delta_{k,i} + \\ & + t_{sb} \sum_i \sum_k CR_k \delta_{k,j} Y_i + C_p \sum_i f_i + \\ & + C_p \sum_i f_i + \sum_i \sum_k f_i CF_k \delta_{k,i}; \\ & \delta_{k,i} \in (0,1); \\ & \sum_k \delta_{k,i} = 1 \quad \forall i; \\ & \sum_i f_i = \sum_i \sum_k \frac{Y_i \delta_{k,i}}{K_k O_k}. \end{aligned} \quad (7)$$

Первое ограничение определяется относительно характеристик бинарных переменных $\delta_{k,i}$. Второе ограничение – каждому маршруту может быть присвоен только один тип автобуса. Третье ограничение – удовлетворение спроса в зависимости от вместимости различных типов автобусов,

где K_k – вместимость типа автобуса k , а O_k – коэффициент загрузки автобуса, который в зависимости от наполнения меняется и принимает значение от 0 до 1.

Модель назначения

Нижний уровень оптимизируется путем применения модели назначения общественного транспорта. Условия равновесия, установленные для рассматриваемой задачи, можно сформулировать с помощью вариационного неравенства следующего вида:

$$c(v^*) * (v^* - v) \leq 0, \quad \forall v \in \Omega \quad (8)$$

где

c – вектор затрат на участках маршрута;

V – любой допустимый вектор для потоков на участках маршрута;

$\{V_s\}$ и V^* представляет собой равновесное решение относительно потоков на участках маршрутов.

Метод часто используется для нахождения решения в случаях применения алгоритма диагонализации, где функцию затрат можно найти на каждой итерации. В качестве альтернативы способ может быть использован при непосредственном решении задачи присвоения равновесия.

Следовательно, для решения равновесной модели в сети общественного транспорта требуется представление сложной сети в виде графа $G' = (\bar{N}, S)$, где S представляет собой сумму дуг в сети, образующую участки маршрута. Сечение маршрутов представляет собой участок маршрута между двумя последовательными узлами, связанными группой маршрутов. Задача оптимизации эквивалентна вариационному неравенству $c(v^*) * (v^* - v) \leq 0$ и будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \min \sum_{s \in S} \int_0^{v_s} c_s(x) dx; \\ \sum_{r \in R_w} h_r = T_w \quad \forall w \in W; \\ \sum_{y \in R} \delta_{sr} h_r = V_s \quad \forall s \in S; \\ v_i^s = \frac{f_i^* V_s}{f_s} \quad \forall l \in B_s, \forall s \in S; \\ h_r \geq 0 \quad \forall r \in R. \end{aligned} \quad (9)$$

где

W – исходная и конечная точки в матрице;

w – элементы группы W , в которой $w = (i, j)$,

а I и j центроиды;



T_w – общее количество ездов пассажиров в матрице;

L – знак для обозначения маршрута общественного транспорта;

R – группа маршрутов, доступных для пассажиров общественного транспорта;

R – знак для обозначения маршрута общественного транспорта;

R_w – группа маршрутов общественного транспорта, связанных с О-Д парой w ;

\bar{h}_r – пассажиропоток на маршруте r ;

s – участок транспортного маршрута, обозначающий начальную точку;

S – группа перегонов на маршрутах, доступных для пассажиров общественного транспорта;

c_s – стоимость проезда для пассажиров общественного транспорта на перегоне s ;

δ_{sr} – матрица принимает значение «1» если автобус проезжает мимо остановки, и «0» в других случаях;

V_s – пассажиропоток на маршруте s ;

v_s^l – пассажиропоток на определенном перегоне маршрута l ;

f_l – интервал движения на маршруте l ;

f_s – интервал движения на маршруте s ;

B_s – группа общих маршрутов.

$$c_s = t_s + \left(\frac{a}{f_s} \right) + \beta \left(\frac{v_s + \bar{v}_s}{K_s} \right)^n, \quad (10)$$

где

t_s – время пути в транспортном средстве + цена;

f_s – интервал на определенном перегоне маршрута s ;

α, n и β – параметры калибровки;

K_s – провозная способность на определенном перегоне маршрута;

V_s – общее количество маршрутов на перегоне s ;

\tilde{V}_s – пассажиропоток на конкурирующих маршрутах.

Модель предполагает, что пассажиры выбирают из всех возможных маршрутов, соединяющих любые два узла в сети общественного транспорта. Выбранный путь сводится к минимизации общего времени в пути (стоимости). Общее время в пути складывается из: транспортных расходов, времени ездки, времени ожидания, времени подхода к остановочному пункту.

Предполагается, что система имеет ограниченную пропускную способность и, следовательно, время в пути увеличивается, пропорционально количеству пассажиров. Кроме того предполагает-

ся, что существуют заторы на остановках в тот момент, когда увеличивается время ожидания подвижного состава, которое зависит от количества пассажиров, желающих одновременно использовать эти маршруты для своих поездок.

После того как пассажир вошел в транспортное средство, время в пути зависит от фактического уровня загрузки сети (потока общественного транспорта индивидуальных транспортных средств).

В модели предполагается, что между каждой парой узлов транспортной сети общественного транспорта существует группа «общих маршрутов», которые одинаково привлекательны для пассажиров. Таким образом, на каждой остановке пассажиры рассматривают группу общих маршрутов для осуществления их поездки и предпочтение отдается первому транспортному средству, которое принадлежит к этой группе и имеет свободное пространство.

В зависимости от существующей загруженности в системе, различные группы общих маршрутов могут быть выделены пассажирами, перемещающимися между определенной парой узлов. Как правило, считается, что все маршруты, соединяющие пару узлов, являются «потенциально» привлекательными. Поэтому можно выделить группу, которая содержит «быстрые» маршруты.

Эта группа «быстрых» маршрутов будет использоваться пассажирами, когда в системе нет заторов. В период возникновения транспортных заторов эти маршруты становятся перегруженными и «медленные» маршруты становятся более привлекательным с увеличением времени ожидания «быстрых» маршрутов.

Заключение

Удовлетворение спроса населения на перевозки и обеспечение качественного обслуживания, позволит повысить доход предприятий городского пассажирского транспорта за счет снижения эксплуатационных расходов, путем увеличения объема перевозок. При росте объемов перевозок себестоимость снижается, что с учетом роста доходов ведет к увеличению прибыли и рентабельности предприятий.

Представленная в статье методика выбора оптимального вида подвижного состава позволяет снизить эксплуатационные затраты, однако для эффективности реализации необходима слаженная работа всех участников перевозочного процесса. Эффект внедрения предлагаемого способа – минимизация издержек и затрат пассажиров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лебедева О.А. Математические модели оценки матрицы корреспонденций на основе данных детектора «вход - выход» подвижного состава городского пассажирского транспорта // Вестник ИрГТУ. 2012. № 2. (61). С. 66–68.
2. Лебедева О.А. Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего пользования : дис. ... канд. техн. наук. Иркутск, 2014. 171 с.
3. Крипак М.Н., Гозбенко В.Е., Колесник А.И. Оптимизация структуры транспорта как мера повышения эффективности функционирования системы городского пассажирского транспорта // Сб. науч. тр. АнГТУ. Ангарск : Изд-во АнГТУ, 2013. С. 229–232.
4. Шаров М.И., Михайлов А.Ю., Дученкова А.В. Пример оценки транспортной доступности с использованием программного продукта РТУ «VISUM» // Изв. вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 1(4). С. 133–138.
5. Михайлов А.Ю., Шаров М.И. К вопросу развития современной системы критериев оценки качества функционирования общественного пассажирского транспорта // Изв. Волгоград. гос. техн. ун-та. 2014. Т. 9. № 19 (146). С. 64–66.
6. Шаров М.И., Михайлов А.Ю., Ковалева Т.С. Оценка надежности работы городского пассажирского транспорта в Иркутске // Вестник ИрГТУ. 2012. Т. 68. № 9. С. 174–178.
7. Крипак М.Н. Модели рынка городских пассажирских перевозок // Современные технологии и научно-технический прогресс. Ангарск : Изд-во АнГТУ, 2015. С. 84–86.
8. Строительные нормы и правила - СНИП.РФ : сайт. URL: <http://xn--h1ajhf.xn--p1ai/сnip/view/27> (дата обращения: 09.01.2017).
9. Классификация автотранспортных средств, принятая ЕЭК ООН [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/9160ba152f8beb1510a64d35_ad7e95512d71405/ (дата обращения: 09.01.2017).
10. Abdulaal, M. and LeBlanc, L. J. (1979) 'Continuous Equilibrium Network Design Models', Transportation Research. 13B, pp. 19–32.
11. Chriqui, C. and Robillard, P. (1975) 'Common bus lines', Transportation Science, n.9, 1975. pp. 115–121.
12. De Cea, J. and Fernandez, J.E. (1993) Transit assignment for congested public transport systems: An equilibrium model', Transportation Science, 27. pp. 133–147.
13. Florian, M. (1977) 'A traffic equilibrium model of travel by car and public transit modes', Transportation Science 2, pp. 166–179.
14. Jansson, J.O. (1980) 'A simple bus line model for optimisation of service frequency and bus size', Journal of Transport Economy and Policy 14 1, pp. 53–80.
15. Mohring, H. (1972) 'Optimization and scale economies in urban bus transportation', American Economic Review, 62, pp. 591–604.
16. Nguyen, S. and Dupuis, C. (1984) 'An efficient method for computing traffic equilibrium in networks with asymmetric transportation costs' Transportation Science 18, pp. 185–202.
17. Spiess, H., & Florian, M. (1989). Optimal strategies. A new assignment model for transit networks. Transportation Research Part B: Methodological, 23 B(2), 83–102.

УДК 656.078.14 (571.6):519.86

Нагорная Нина Валерьевна,
преподаватель Хабаровского техникума железнодорожного транспорта,
факультет среднего профессионального образования,
Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
тел. 8(914)312-02-17, e-mail: nina2920@mail.ru

Гончарук Сергей Миронович,
д. т. н., профессор кафедры «Железнодорожный путь»,
Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
тел. 8(914)162-39-11, e-mail: goncharuksergey@mail.ru

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ РМТК ДЛЯ СВЯЗИ ОЧАГОВ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ИХ РЕСУРСОВ

N. V. Nagornaya, S. M. Goncharuk

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF FORMING REGIONAL MULTIMODAL TRANSPORT CORRIDORS TO LINK CENTERS WITH CONSUMERS OF THEIR RESOURCES

Аннотация. Современное развитие мировой экономики и постоянные изменения политической обстановки требуют совершенствования подходов и методологии решения задач формирования и развития мультимодальных коридоров и перевозок по ним с учетом специфики развития регионов и проблем их социального и экологического положения и экономической эффективности их развития. Анализ существующих научно-исследовательских работ позволил сделать вывод, что проблема реализации смешанных перевозок в единой мультимодальной транспортной системе может быть разделена на две самостоя-