

УДК: 656.025.2

[https:// 10.37890/jwt.vi77.434](https://10.37890/jwt.vi77.434)

Методы выбора транспортных средств в системе мультимодальных пассажирских перевозок

Ж.Ю. Шалаева

ORCID: 0000-0001-5452-2216

В.Н. Костров

ORCID: 0000-0003-1139-102X

Волжский государственный университет водного транспорта», г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты анализа методов обоснования и выбора транспортных средств при организации дальних мультимодальных пассажирских перевозок с участием водного и смежных видов транспорта. Проведен анализ факторов, определяющих необходимость использования комбинированного подхода при организации перевозок пассажиров. Рассмотрены аналитические и математические методы выбора видов транспорта, в том числе методы многокритериальной оптимизации в задаче выбора транспортных средств в системе комбинированного пассажирского сообщения. Составлен алгоритм выбора транспортных средств в системе мультимодальных пассажирских перевозок, который учитывает все вышеперечисленные этапы. Проведен расчет количественных и анализ качественных показателей выбора вида транспорта с участием водных перевозок и конкретных транспортных средств на примере организации пассажирской линии «Нижний Новгород – Казань – Самара» с использованием различных схем комбинирования видов транспорта. Предложенные подход и алгоритм комплексного решения задачи обеспечивают согласование экономических интересов взаимодействующих видов транспорта и повышают привлекательность дальнего мультимодального сообщения для пассажиров.

Ключевые слова: взаимодействие видов транспорта, мультимодальные пассажирские перевозки, выбор транспортных средств, скоростной пассажирский флот, факторный анализ, пассажироместимость транспортных средств, метод нормализации критериев, мультимодальные маршруты.

Methods of vehicle selection in the multimodal passenger transportation system

Zhanna Yu. Shalaeva

ORCID: 0000-0001-5452-2216

Vladimir N. Kostrov

ORCID: 0000-0003-1139-102X

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents the results of the analysis concerning the methods of justification and choice in relation to vehicles in the organization of long-distance multimodal passenger transportation involving water and related modes of transport. The analysis of the factors determining the need to use a combined approach in the organization of passenger transportation is carried out. Analytical and mathematical methods of transport modes selecting are considered, including methods of multi-criteria optimization in the problem of selecting vehicles in the combined passenger transport system. An algorithm for selecting vehicles in the multimodal passenger transportation system has been compiled, which takes into account all of the above stages. The calculation of quantitative and analysis

touching upon qualitative indicators of the transport mode choice with the participation of water transport and specific vehicles is carried out on the example of the organization of the passenger line "Nizhny Novgorod – Kazan – Samara" using various schemes of transport modes combining. The proposed approach and algorithm for the complex solution of the problem ensure the coordination of the economic interests of the interacting transport modes and increase the attractiveness of long-distance multimodal communication for passengers.

Keywords: interaction of modes of transport, multimodal passenger transportation, choice of vehicles, high-speed passenger fleet, factor analysis, passenger capacity of vehicles, criteria normalization method, multimodal routes.

Введение

Транспорт играет одну из основных ролей для обеспечения хозяйственной жизни страны, а пассажирские перевозки влияют на социальное и экономическое благополучие региона. Для эффективного взаимодействия между собой практически всех отраслей хозяйства требуется развитый транспортный комплекс, включающий в себя парк подвижного состава различных видов транспорта, достаточный для обеспечения спроса на перевозки, действующая транспортная инфраструктура, а также определение и организация оптимальных комбинированных транспортных маршрутов, объединяющих оба приведенных выше элемента рассматриваемого комплекса в систему.

Потребность в смешанных перевозках у пассажиров появилась давно, так как один вид транспорта не всегда может доставить людей в пункт назначения. Им часто приходится менять маршрут и пересаживаться, самостоятельно отслеживать стыковку транспортных средств и постоянно делать выбор в пользу того или иного вида транспорта. Конечно, самые востребованные у пассажиров — это бесшовные маршруты, но в сегодняшних реалиях таких путей почти не осталось. С развитой транспортной сетью повышается и транспортная доступность населения, и качество оказания транспортных услуг, и взаимодействие различных видов транспорта, тем самым все популярнее становятся мультимодальные пассажирские маршруты [1,2].

Несмотря на недостаточность законодательной и методологической базы, тема смешанных (мультимодальных) пассажирских перевозок весьма перспективная. Это доказывает Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, где основными трендами в области пассажирских перевозок является ускорение социально-экономического развития страны и клиентоориентированность. Документ впервые структурирован не по видам транспорта, а по категориям услуг для населения и бизнеса.

Выбор способа перевозки является одной из важных задач, которая в настоящее время зачастую перекладывается «на плечи» самих пассажиров [3]. При этом альтернативные варианты способа перевозки имеют два самостоятельных, но взаимосвязанных направления:

1. Выбор вида или видов транспорта;
2. Выбор определенных транспортных средств конкретного вида транспорта.

Существуют различные методы выбора вида транспорта, в основе которых лежат критерии, показатели, коэффициенты и др. [4] Но в случае с мультимодальными маршрутами принципиальным становится именно метод выбора транспортных средств. Сочетанием различных видов транспорта занимались многие ученые, такие как Телегин А.И., Копылова Е.В., Миротин Л.Б. и др., но несправедливо был упущен вопрос выбора транспортных средств этих самых видов транспорта.

Основными факторами, определяющими эффективность взаимодействия видов транспорта, являются: отсутствие прямого сообщения одним конкретным видом

транспорта между пунктами отправления и назначения, имеющиеся виды сообщений не удовлетворяют требованиям клиента, доставка пассажира по системе «от двери к двери», минимизация времени перевозки, минимизация транспортных расходов пассажиров, комфорт и безопасность перевозки, повышение транспортной мобильности населения, снижение утомляемости пассажира и др.

Методология и методы

В работе авторами были изучены аналитические и математические методы выбора видов транспорта и транспортных средств в мультимодальных пассажирских перевозках.

Рассмотрим возможную методику выбора вида транспорта и конкретных транспортных средств, которая бы могла учесть приведенные выше факторы.

На первом этапе рассматривается география маршрута и технологические особенности. На этом этапе исследуется местность мультимодального маршрута. Есть ли там речная судоходная сеть или железнодорожные пути, в каком состоянии находятся автомобильные дороги [5]. Далее требуется рассмотреть существующие (прямые и альтернативные) маршруты и какие виды транспорта, в частности транспортные средства, на них задействованы. Еще одной важной задачей на этом этапе служит оценка наличия или отсутствия транспортного пересадочного узла. Так как на данный момент транспортно-пересадочными узлами служат вокзалы, станции, причалы и т.п., единой точки стыковки и пересадки на различные виды пассажирского транспорта нет [6]. Поэтому при создании комбинированных маршрутов стоит учитывать расположение мест посадки, высадки и пересадки пассажиров. В итоге в зависимости от развитости инфраструктуры, в том числе для судоходства, наличия, состояния и пропускной способности железнодорожных путей и автомобильных дорог делается выбор транспортных средств по технических характеристикам, способных бесперебойно работать на пути маршрута.

На втором этапе производится анализ сочетаемости транспортных средств на основе их преимуществ и недостатков [7]. В анализе будем учитывать три вида транспорта: водный, железнодорожный и автомобильный. Конкуренспособными и эффективными водными транспортными средствами авторы считают скоростные суда, поэтому именно такие суда будут учтены при анализе.

На третьем этапе сопоставляется пассажироместимость транспортных средств и расстояние маршрута [8]. Сопоставление транспортных средств по пассажироместимости является одним из главных факторов при организации бесперебойного мультимодального сообщения, так как при пересадке с одного вида транспорта на другой главное – сохранить или увеличить пассажиропоток, но ни в коем случае не уменьшить. В данном методе предлагается сравнить транспортные средства разных видов транспорта по пассажироместимости для того, чтобы установить их целесообразность взаимодействия на конкретном участке маршрута.

В то же время в методике [9] авторы уделяют основное внимание трем критериям: Минимизация транспортных расходов (стоимостной критерий):

$$\sum_{z \in Z} R_z * Y_z \rightarrow \min \quad (1)$$

1. Минимизация временных транспортных затрат (временной критерий):

$$\sum_{z \in Z} H_z * Y_z \rightarrow \min \quad (2)$$

2. Максимизация качественных параметров (критерий качества транспортных услуг):

$$\sum_{z \in Z} B_z * Y_z \rightarrow \min \quad (3)$$

где z – индекс типа транспорта, $z \in Z$, где Z – множество индексов z ;

Y_z - количество рейсов ТС z -го типа (отправлений z -го варианта), требуемых для обеспечения потребностей пассажиров в транспортном сообщении, единиц;

R_z - стоимость перевозки группы пассажиров в рамках одного рейса ТС z -го типа (отправлений z -го варианта) при нормальной загрузке транспортных средств, участвующих в перевозке, руб.

H_z - коэффициент срочности доставки пассажиров рейсом транспортного средства z -го типа (отправлений z -го варианта), баллы (определяется экспертным методом).

Балльная оценка качества доставки определяется экспертным методом на основе качественных характеристик работы конкретного типа транспортного средства с учетом ресурсного, экологического и социального аспектов взаимодействия.

При модальных перевозках качество транспортного обслуживания в целом на линии (B_i) можно определить по формуле:

$$B_i = \sum_{z \in Z_i} B_z * \frac{t_z}{\sum_{z \in Z_i} t_z} \quad (4)$$

где B_i – балльная оценка качества доставки пассажиров рейсом транспортного средства z -го типа, и входящим в состав i -ой модальной линии; $z \in Z$, где Z – множество индексов z , соответствующих включению отражающих их видов транспорта в i -ю модальную линию;

t_z - затрачиваемое z -м видом транспорта время на перевозки в составе i -ой модальной линии, сут.

Наличие трех и более целевых ориентиров-критериев приводит к необходимости решения многокритериальной задачи. Для решения таких задач можно воспользоваться экспертно-расчетным методом агрегирования или нормализации критериев. [10,11]. Сначала все выбранные критерии экспертами разбиваются на две группы:

1. имеющие оптимум максимального значения критерия ($\text{opt } M \rightarrow \max$)
2. имеющие оптимум минимального значения критерия ($\text{opt } M \rightarrow \min$)

Далее каждому критерию, в зависимости от его ранга присваивается вес – α , которые должны удовлетворять следующим условиям:

$$\text{а) } 0 \leq \alpha_z \leq 1; \quad \text{б) } \sum \alpha_z = 1$$

После формируется обобщенная функция цели (5):

– при решении задачи на максимальное значение обобщенного критерия;

$$F_0 = \sum_{z=1}^k \alpha_z M_z \rightarrow \max \quad (5)$$

– при решении задачи на минимальное значение обобщенного критерия;

$$F_0 = \sum_{z=1}^k \alpha_z M_z \rightarrow \min \quad (6)$$

где M_z - значение нормализованного критерия;

z – признак критерия; $Z=1,k$.

При решении задачи на общий максимум: $F_0 \rightarrow \max$ – нормализация критериев выполняется по формуле (7,8):

- для первой группы критериев:

$$M_{z1} = \frac{M_1}{\max M_1} \quad (7)$$

- для второй группы критериев:

$$M_{z2} = 1 - \frac{M_2}{\max M_2} \quad (8)$$

Решение задачи на общий минимум: $F_0 \rightarrow \min$ представлено в формулах (9,10)

- для первой группы критериев:

$$M_{z1} = 1 - \frac{M_1}{\min M_1} \quad (9)$$

- для второй группы критериев:

$$M_{z2} = \frac{M_2}{\min M_2} \quad (10)$$

где M_1, M_2 – значение критериев первой и второй группы;

$\max M, \min M$ – максимальное и минимальное значение конкретных критериев.

Выбор эффективного варианта (схемы) перевозки осуществляется по соответствующему экстремальному значению обобщенного нормализованного критерия.

Для выбора конкретного транспортного средства был выбран метод сравнительного анализа на основе соответствующих технико-эксплуатационных характеристик по установленным критериям [12]. В данном методе сначала задаются допустимые значения показателя, далее происходит сравнение на соответствие допустимому значению, на заключительном этапе происходит выбор конкретного транспортного средства по наибольшему количеству соответствий допустимым значениям.

Объединим методики для составления единого алгоритма (рис.1).

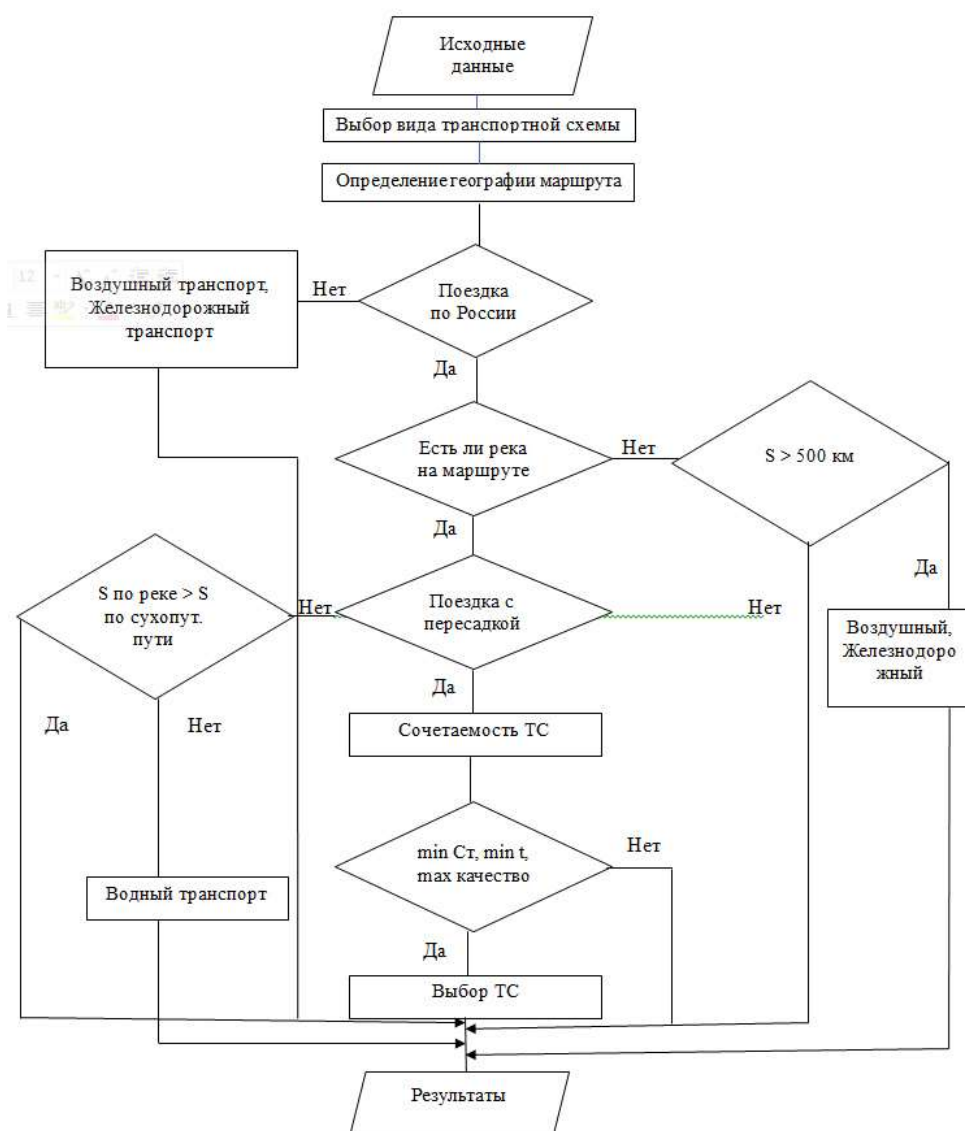


Рис.1. Алгоритм выбора транспортных средств в системе мультимодальных пассажирских перевозок (ТС – транспортное средство; S – расстояние; Ct – стоимость; t – время в пути)

Результаты

Рассмотрим реализацию приведенного выше алгоритма на примере организации пассажирской мультимодальной линии «Нижний Новгород – Казань – Ульяновск – Самара». Значения показателей по вариантам представлены перевозов в табл.1., а нормализованных критериев в табл.2

Таблица 1

Значения показателей по вариантам перевозки

| Показатель | Услов. обозначение | Размерность | Автомобильный – железно-дорожный – водный | Автомобильный – водный – железно-дорожный | Железнодорожный – автомобильный – водный | Железнодорожный – водный – автомобильный | водный – железно-дорожный – автомобильный | водный – автомобильный – железно-дорожный | Автомобильный – водный (ост. Ульяновск) | Железнодорожный – водный (ост. Ульяновск) |
|--------------------------|--------------------|-------------|---|--|--|--|---|--|---|---|
| | | | Схема 1 | Схема 2 | Схема 3 | Схема 4 | Схема 5 | Схема 6 | Схема 7 | Схема 8 |
| Расстояние | S | км | 768 | Нет перевозок железно-дорожным транспортом на уч. Ульяновск – Самара | 959,2 | 991 | 823 | Нет перевозок железно-дорожным транспортом на уч. Ульяновск – Самара | 815 | 951 |
| Эксплуатационные расходы | C | руб./пасс | 1479 | | 2137 | 2121 | 1653 | | 1383 | 1835 |
| Качество перевозки | K | - | 1,90 | | 2,01 | 2,25 | 2,18 | | 2,13 | 2,57 |
| Время в пути | T | час | 15,53 | | 14,7 | 14,38 | 17 | | 14,04 | 13,96 |

Таблица 2

Значения нормализованных критериев по вариантам перевозок

| Критерий | Вес критерия (a) | Общий оптимум | Схема 1 | | Схема 3 | | Схема 4 | | Схема 5 | | Схема 7 | | Схема 8 | |
|----------|------------------|---------------|---------|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | | | M1 | aM1 | M2 | aM2 | M3 | aM3 | M4 | aM4 | M5 | aM5 | M6 | aM6 |
| S | 0,1 | max | 0,23 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,02 | 0,18 | 0,02 | 0,04 | 0,00 |
| | | min | 1,00 | 0,10 | 1,25 | 0,12 | 1,29 | 0,13 | 1,07 | 0,11 | 1,06 | 0,11 | 1,24 | 0,12 |
| C | 0,3 | max | 0,31 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,23 | 0,07 | 0,35 | 0,11 | 0,14 | 0,04 |
| | | min | 1,07 | 0,32 | 1,55 | 0,46 | 1,53 | 0,46 | 1,20 | 0,36 | 1,00 | 0,30 | 1,33 | 0,40 |
| K | 0,3 | max | 0,74 | 0,22 | 0,78 | 0,24 | 0,88 | 0,26 | 0,85 | 0,25 | 0,83 | 0,25 | 1,00 | 0,30 |
| | | min | 0,00 | 0,00 | -0,06 | -0,02 | -0,19 | -0,06 | -0,15 | -0,04 | -0,13 | -0,04 | -0,36 | -0,11 |
| T | 0,3 | max | 0,09 | 0,03 | 0,14 | 0,04 | 0,85 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,05 | 0,18 | 0,05 |
| | | min | 1,11 | 0,33 | 1,05 | 0,32 | 1,03 | 0,31 | 1,22 | 0,37 | 1,01 | 0,30 | 1,01 | 0,30 |
| F = Σ | 0,25 | max | 0,09 | 0,07 | | | 0,13 | | 0,08 | | 0,11 | | 0,10 | |
| aM | 0,75 | min | 0,57 | 0,66 | | | 0,63 | | 0,59 | | 0,50 | | 0,54 | |

Наиболее эффективными вариантами перевозок в результате решения многокритериальной задачи получились (расставим схемы в порядке убывания):

- при решении на общее максимальное значение обобщенного критерия схемы перевозки пассажиров расположились в следующем порядке: схема 4, схема 7, схема 8, схема 1, схема 5, схема 3.

- при решении на общее минимальное значение обобщенного критерия схемы перевозки пассажиров расположились в следующем порядке: схема 7, схема 8, схема 1, схема 5, схема 4, схема 3.

В обоих вариантах можно выделить две схемы (7,8), при перевозке пассажиров по рассматриваемому маршруту они являются одними из наиболее эффективных. По схеме 7 перевозка осуществляется следующим образом: Нижний Новгород – Казань (автомобильный) – Казань – Ульяновск (водный) – Ульяновск – Самара (водный). По схеме 8 Нижний Новгород – Казань (железнодорожный) – Казань – Ульяновск (водный) – Ульяновск – Самара (водный). Результаты расчетов показали, что пересадка в Ульяновске на другой вид транспорта не эффективна.

Далее рассмотрим выбор конкретного транспортного средства на примере водного транспорта (табл.3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика скоростных пассажирских судов

| Показатель | Допустимое значение | Валдай-45Р | Метеор-120Р | Проект 04580 «Котлин» | Проект А45-2 |
|---------------------------------|---------------------|------------|-------------|-----------------------|--------------|
| Дальность плавания, км | не менее 450 км | 400 - | 600 + | 1100 + | 650 + |
| Эксплуатационная скорость, км/ч | не менее 60 км/ч | 65 + | 65 + | 55,56 - | 70 + |
| Расход топлива (л на 1 л.с.) | Ст → min | 0,155 - | 0,136 + | 0,149 - | 0,141 - |
| Пассажировместимость, чел | не менее 45 чел. | 45 + | 116 + | 200 + | 100 + |

По результатам сравнительного анализа на основе соответствующих технико-эксплуатационных характеристик по установленным критериям (табл.3) выбираем транспортное средство – скоростное пассажирское судно на подводных крыльях Метеор-120Р.

В качестве автомобильного транспортного средства предлагается выбрать автобус HIGER KLQ 6129Q или эквивалентный автобус схожей пассажировместимости (49 чел.), железнодорожного транспорта – пригородный поезд (пассажировместимость 400 чел.).

В связи с выбором двух конкретных схем перевозок, приведем расстояние участков маршрута по видам транспорта:

- 1) Автомобильный транспорт на линии «Нижний Новгород – Чебоксары – Казань» (протяженность 406 км) – скоростной флот на линии «Казань – Ульяновск – Самара» (протяженность 425 км).
- 2) Железнодорожный транспорт на маршруте «Нижний Новгород – Казань» (пригородный поезд, без промежуточных остановок, протяженность 526 км) – скоростной флот на маршруте «Казань – Ульяновск – Самара» (протяженность 425 км).

В качестве основных критериев выбора видов транспорта будут использованы:

- 1) время мультимодального рейса;
- 2) совокупные эксплуатационные расходы на маршруте в расчете на 1 пассажира.

В качестве основных условий при проведении расчетов были использованы следующие:

- 1) выбранные типы подвижного состава (автобус, пригородный поезд, скоростное судно) обеспечивают только сидячие места для пассажиров;
- 2) для обеспечения сопоставимости результатов расчетов точкой отправки пассажиров в г. Нижний Новгород выбран ТПУ «Канавинский» для автобусов, железнодорожный вокзал «Нижний Новгород – Московский» - для пригородного поезда, оба объекта расположены друг от друга в шаговой доступности для пассажиров;
- 3) в расчетах учтено время на подвоз пассажиров с автовокзала «Центральный» и железнодорожного вокзала «Казань» до речного порта;
- 4) на речной линии «Казань – Ульяновск – Самара» заложено время на прохождение судоходных шлюзов №21/22, 23/24, расположенных в районе Жигулевской ГЭС;
- 5) для всех видов транспорта предполагается организация 1 рейса в день, варианты круговых рейсов рассмотрены не были для сопоставимости расчетов с водным транспортом: в соответствии с «Правилами плавания судов по внутренним водным путям» (утверждены приказом Минтранса России от 19 января 2018 года N 19) движение скоростных судов в неводоизменяющем положении разрешается только в светлое время суток при видимости километр и более;
- 6) средняя скорость движения автобуса на маршруте «Нижний Новгород – Чебоксары – Казань» - 67 км/ч с учетом загруженности автомобильных дорог, проезда через населенные пункты, остановки в г. Чебоксарах;
- 7) средняя скорость движения пригородного поезда на маршруте «Нижний Новгород – Казань» - 87,5 км/ч;
- 8) эксплуатационная скорость судна Метеор 120Р составляет 60-65 км/ч.

Результаты проведенных расчетов представлены в табл.4.

Таблица 4

Результаты расчётов по выбранным схемам

| № п/п | Вариант организации мультимодального маршрута | Время мультимодального рейса, ч | Совокупные эксплуатационные расходы на маршруте в расчете на 1 пассажира, тыс. руб. |
|-------|---|---------------------------------|---|
| 1 | Автомобильный транспорт – водный транспорт | 14,29 | 4,32 |
| 2 | Железнодорожный транспорт – водный транспорт | 14,29 | 4,61 |

Следует отметить, что в данный момент время в пути в прямом сообщении между городами Нижний Новгород и Самара составляет (согласно «Яндекс.Расписание» и приложению ОАО РЖД):

- 1) автобус – 14,33 ч.;
- 2) железнодорожный поезд дальнего следования - 15,78 ч.

Обсуждение

Таким образом, по результатам проведенных расчетов необходимо отметить, что при организации мультимодальных перевозок по указанному маршруту сокращается время рейса в сравнении с прямым сообщением, и при этом увеличивается охват крупных городов на пути маршрута. Кроме того, организация единого транспортного сообщения между такими городами как Нижний Новгород, Казань, Ульяновск, Самара (все указанные города – столицы своих регионов, трое из них – города-миллионники) позволит повысить транспортную подвижность населения.

Что касается выбора конкретного способа организации мультимодального маршрута, то данные в таблице отражают паритет между вариантами «Автомобильный транспорт – водный транспорт» и «Железнодорожный транспорт – водный транспорт» в части времени рейса. Это связано с тем, что разница в расстоянии между Нижним Новгородом и Казанью различными видами транспорта нивелируется скоростью таких видов транспорта.

В то же время по эксплуатационным расходам на 1 пассажира вариант «Автомобильный транспорт – водный транспорт» является более предпочтительным. Однако при использовании железнодорожного транспорта достаточно 2 двух вагонов с сидячими местами для полной загрузки скоростного судна в г. Казани при пересадке на Метеор 120Р, в то время как при организации автобусного сообщения между Нижним Новгородом и Казанью потребуется 3 автобуса, чтобы обеспечить перевозку 120 человек. Очевидно, фактическая загрузка судна в пункте отправления зависит не только от пассажиров, прибывающих из Нижнего Новгорода, однако в случае устойчивого спроса на такие мультимодальные перевозки автобусное сообщение проиграет конкуренцию в провозной способности железнодорожному транспорту. Кроме того, увеличение парка автобусов и частоты их рейсов неизбежно влияет на экологию в большей степени, чем дополнительные вагоны к железнодорожному составу поезда.

Не стоит забывать и об уровне комфортабельности поездок различными видами транспорта и конкретными транспортными средствами, особенно учитывая довольно продолжительное время рейса, причем как в прямом, так и мультимодальном сообщении. Для таких дальних перевозок необходимо учитывать возрастающую транспортную усталость населения и возможные варианты ее снижения.

Заключение

Обобщая все описанное выше, можно сделать вывод, что мультимодальные пассажирские перевозки обладают заметным потенциалом, даже на уже сложившихся транспортных маршрутах. В то же время возникает задача построения такой модели их формирования, которая бы носила многокритериальный характер, отражала как временные, стоимостные затраты пассажиров, так и показатели качества перевозок, комфортабельности и безопасности, учитывала предпочтения населения при выборе того или иного способа перемещения, и, в конечном итоге, приводила к выбору оптимального варианта организации работы транспорта.

Список литературы

1. Романов А.С. Уточнение понятийного аппарата процессов взаимодействия различных видов транспорта при организации смешанных перевозок // БРНИ. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-ponyatiynogo-apparata-protsessov-vzaimodeystviya-razlichnyh-vidov-transporta-pri-organizatsii-smeshannyh-perevozok> (дата обращения: 09.05.2023).

2. Бафанов А.П. Методический подход к обоснованию экономической устойчивости операторов комбинированных пассажирских перевозок // Научные проблемы водного транспорта. 2022. №72(3).
3. Домнина О.Л., Обоснование организации высокоскоростных водных перевозок пассажиров в Приволжском федеральном округе / Домнина О.Л., Иванов М.В., Митрошин С.Г., Исанин К.А. // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2018. № 57. С. 191-199.
4. Миротин Л.Б. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. - М.: Издательство «Экзамен», 2003. - 224 с.
5. Домнина О.Л. Прогнозирование объемов перевозок пассажиров внутренним водным транспортом / Домнина О.Л., Шалаева Ж.Ю. // Научные проблемы водного транспорта. 2022. №72(3).
6. Домнина О.Л., Анализ состояния и проблем перевозок пассажиров в Российской Федерации / Домнина О.Л., Шалаева Ж.Ю. // В сборнике: Экономическая безопасность: проблемы, перспективы, тенденции развития. Материалы V Международной научно-практической конференции. 2019. С. 356-362.
7. Прытов А.А. Разработка метода выбора вида пассажирского транспорта в зависимости от дальности перевозок // Научный вестник МГТУ ГА № 214, 2015.
8. Soumela Pefitsi, Erik Jenelius & Oded Cats (2020) Determinants of passengers' metro car choice revealed through automated data sources: a Stockholm case study, *Transportmetrica A: Transport Science*, 16:3, 529-549, DOI: 10.1080/23249935.2020.1720040
9. Домнина О.Л., Обоснование транспортного обеспечения комбинированных туристических перевозок маршрутов с участием внутреннего водного транспорта / Домнина О.Л., Иванов М.В., Митрошин С.Г., Уртминцев Ю.Н. // Морские интеллектуальные технологии, № 4(42) том 2 2018. С.131-138.
10. Костров С. В. Методические подходы к обоснованию и выбору схем и способов организации комбинированных перевозок на водном транспорте // Научные проблемы водного транспорта. 2013. №34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-obosnovaniyu-i-vyboru-shem-i-sposobov-organizatsii-kombinirovannyh-perevozok-na-vodnom-transporte> (дата обращения: 27.05.2023).
11. Серазетдинов О.В. Организационно-экономическое развитие транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий автомобильного транспорта // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 – Н.Новгород, – 2017. – 209 с.
12. Гозбенко В.Е., Повышение эффективности функционирования транспортной сети городского пассажирского транспорта путем применения автоматизации модели выбора оптимального подвижного состава / Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Лебедева О.А., Каргапольцев С.К. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. №2 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-transportnoy-seti-gorodskogo-passazhirskogo-transporta-putem-primeneniya> (дата обращения: 21.05.2023).

References

1. Romanov A.S. Clarification of the conceptual apparatus of the processes of interaction of various modes of transport in the organization of multimodal transport // BRNI. 2019. No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-ponyatiynogo-apparata-protsessov-vzaimodeystviya-razlichnyh-vidov-transporta-pri-organizatsii-smeshannyh-perevozok> (дата обращения: 09.05.2023).
2. Vafanov A.P. Methodical approach to substantiation of the economic sustainability of operators of combined passenger transportation // Scientific problems of water transport. 2022. No. 72(3).
3. Domnina O.L., Substantiation of the organization of high-speed water transportation of passengers in the Volga Federal District / Domnina O.L., Ivanov M.V., Mitroshin S.G., Isanin K.A. // Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport. 2018. No. 57. S. 191-199.

4. Mirotin L.B. Logistics: public passenger transport: Textbook for students of economic universities / Under the general editorship of L.B. Mirotin. - М.: Publishing house "Exam", 2003. - 224 p.
5. Domnina O.L. Forecasting the volume of passenger transportation by inland water transport / Domnina O.L., Shalaeva Zh.Yu. // Scientific problems of water transport. 2022. No. 72(3).
6. Domnina O.L., Analysis of the state and problems of passenger transportation in the Russian Federation / Domnina O.L., Shalaeva Zh.Yu. // In the collection: Economic security: problems, prospects, development trends. Materials of the V International Scientific and Practical Conference. 2019. S. 356-362.
7. Prytov A.A. Development of a method for choosing the type of passenger transport depending on the distance of transportation // Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University No. 214, 2015.
8. Soumela Peftitsi, Erik Jenelius & Oded Cats (2020) Determinants of passengers' metro car choice revealed through automated data sources: a Stockholm case study, *Transportmetrica A: Transport Science*, 16:3, 529-549, DOI: 10.1080/23249935.2020.1720040
9. Domnina O.L., Substantiation of the transport provision of combined tourist transportation routes with the participation of inland water transport / Domnina O.L., Ivanov M.V., Mitroshin S.G., Urtmintsev Yu.N. // *Marine intelligent technologies*, No. 4(42) volume 2 2018. P.131-138.
10. Kostrov S. V. Methodological approaches to substantiation and selection of schemes and methods of organization of combined transportation by water transport // *Scientific problems of water transport*. 2013. No.34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-obosnovaniyu-i-vyboru-shem-i-sposobov-organizatsii-kombinirovannyh-perevozok-na-vodnom-transporte> (accessed: 05/27/2023).
11. Serazetdinov O.V. Organizational and economic development of freight forwarding services of automobile transport enterprises // dissertation for the degree of Candidate of Economic sciences: 08.00.05 – N.Novgorod, - 2017. – 209 p.
12. Gozbenko V.E., Improving the efficiency of the functioning of the transport network of urban passenger transport by using automation of the optimal rolling stock selection model / Gozbenko V.E., Kripak M.N., Lebedeva O.A., Kargapol'tsev S.K. // *Modern technologies. System analysis. Modeling*. 2017. No. 2 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-transportnoy-seti-gorodskogo-passazhirskogo-transporta-putem-primeneniya> (date of access: 05/21/2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шалаева Жанна Юрьевна, аспирант,
Волжский государственный университет
водного транспорта, 603950, Н.Новгород, ул.
Нестерова, 5, e-mail: shalaeva@vsawt.com

Zhanna Yu. Shalaeva, graduate student,
Volga State University of Water Transport,
Nesterova st., 5, N. Novgorod, 603950,
Russian Federation, e-mail:
shalaeva@vsawt.com

Костров Владимир Николаевич, доктор
экономических наук, профессор, заведующий
кафедрой логистики и маркетинга, Волжский
государственный университет водного
транспорта, 603950, Нижний Новгород, ул.
Нестерова, 5, e-mail: vnkostrov@yandex.ru

Vladimir N. Kostrov, Doctor of Economics,
Professor, Head of Department of Logistics and
Marketing, Volga State University of Water
Transport, Nesterovast., 5, N. Novgorod,
603950, Russian Federation, e-mail:
vnkostrov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 26.06.2023; опубликована онлайн 20.12.2023.
Received 26.06.2023; published online 20.12.2023.