

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-149-162  
УДК 656.224.072



Научная статья | Управление процессами перевозок

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ДАЛЬНЕЙ ПАССАЖИРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ

*Т.А. Малахова*

*Одним из направлений развития транспортного комплекса Российской Федерации является развитие мультимодальных транспортных технологий и инфраструктуры для обеспечения мультимодальных перевозок. В статье представлена экономическая оценка мероприятий по организации мультимодальных дальних пассажирских перевозок. Показано, что предложенный алгоритм направлен на выполнение основных требований к организации пассажирской перевозки, которые заключаются в получении максимума дохода при выполнении мультимодальной перевозки на направлении, и максимизации количества перевозимых пассажиров с целью лучшего удовлетворения пассажирского спроса*

**Цель.** *Изучить влияние мультимодальных перевозок на повышение пассажирооборота на полигоне АО «ФПК». Поскольку современные требования к системе пассажирских перевозок диктуют необходимость создания мультимодальной транспортной системы на основе интеграции пассажирских сервисов железнодорожного транспорта между собой и с другими видами транспорта необходимо показать важность организации мультимодальных перевозок в соответствии с пассажирским спросом. Рассмотреть вопрос о необходимости определения основных параметров, влияющих на выбор мультимодальных маршрутов.*

**Методы.** *Дополнение существующих подходов к организации мультимодальной перевозки. Методы экономической теории для*

*определения эффективности организации дальних мультимодальных пассажирских перевозок.*

**Результаты.** *Определены критерии мультимодальной перевозки. Предложен алгоритм оценки экономической эффективности организации мультимодального маршрута, позволяющий оценить ожидаемую прибыль от организации перевозки, а также спрогнозировать ее влияние на показатели перевозочного процесса.*

**Область применения результатов.** *Предложенные в разработанном автором алгоритме рекомендации и подходы могут быть использованы для развития мультимодальных маршрутов. Предложенный алгоритм позволяет еще на этапе предварительного отбора вариантов организации мультимодальной дальней пассажирской перевозки выполнить предварительный анализ ее экономической целесообразности*

**Ключевые слова:** *мультимодальные перевозки; критерии эффективности; аналитическая отчетность; экономическая целесообразность*

**Для цитирования.** *Малахова Т.А. Алгоритм оценки экономической эффективности организации мультимодальной дальней пассажирской перевозки // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 3. С. 149-162. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-149-162*

Original article | Transportation Process Management

## **ALGORITHM FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE ORGANIZATION OF MULTIMODAL LONG-DISTANCE PASSENGER TRANSPORTATION**

***T.A. Malakhova***

*One of the directions of development of the transport complex of the Russian Federation is the development of multimodal transport technologies and infrastructure to ensure multimodal transportation.*

*The article presents an economic assessment of measures for the organization of multimodal long-distance passenger transportation. It is shown that the proposed methodology is aimed at meeting the basic requirements for the organization of passenger transportation, which are to obtain the maximum income when performing multimodal transportation in the direction, and to maximize the number of passengers transported in order to better meet passenger demand.*

**Purpose** is to study the impact of multimodal transportation on the increase of passenger turnover at the landfill of JSC “FPC”. Since modern requirements for the passenger transportation system dictate the need to create a multimodal transport system based on the integration of passenger rail transport with other modes of transport, it is necessary to show the importance of organizing multimodal transportation in accordance with passenger demand. To consider the matter of necessity to determine the main parameters that affect the choice of multimodal routes.

**Methodology.** Complement existing approaches to the organization of multimodal transportation. Methods of economic theory for determining the effectiveness of the organization of long-distance multimodal passenger transportation.

**Results.** The criteria of multimodal transportation have been defined. An algorithm for assessing the economic efficiency of the organization of a multimodal route is proposed, which allows to estimate the expected profit from transportation organization, as well as predicting transportation impact on transportation process indicators.

**Practical implication.** The recommendations and approaches proposed in the algorithm developed by the author can be used for the development of multimodal routes. The proposed algorithm allows performing a preliminary analysis of its economic feasibility yet at the preliminary selection stage for multimodal long-distance passenger transportation organization.

**Keywords:** multimodal transportation; efficiency criteria; analytical reporting; economic feasibility

***For citation.** Malakhova T.A. Algorithm for Assessing the Economic Efficiency of the Organization of Multimodal Long-Distance Passenger Transportation. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 149-162. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-149-162*

## **Введение**

В Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» на период до 2030 года мультимодальные перевозки выступают одним из главных условий создания эффективных транспортных систем, поскольку способствуют рациональному распределению пассажиропотоков по видам транспорта [9]. Применение мультимодальных технологий позволяет добиться повышения пассажирооборота, и, следовательно, роста емкости рынка железнодорожных пассажирских перевозок [11-14].

Переход к мультимодальным перевозкам с условием согласования времени пересадки должен происходить с детальной разработкой оптимального расписания движения и тарифной политики, оценкой потребностей пассажиров в удобных и качественных стыковках и пересадках, анализом местных особенностей в каждом населенном пункте, изучения психологии пассажира [3.4].

В настоящее время для увеличения рентабельности пассажирских перевозок задача оптимизации поездных схем в пассажирском железнодорожном сообщении решается в основном с экономической точки зрения. Ведутся исследования принципов построения поездных схем, обеспечивающих максимальную доходность при минимальных издержках [].

## **Выбор критериев привлекательности организации мультимодальных перевозок**

В этой связи актуально создание гибкой, адаптивной системы проактивного комплексного планирования различных вариантов мультимодальных транспортных систем, включающих различные виды транспорта, которая бы обеспечивала ситуационно заданный уровень использования вместимости транспортных средств, при-

нимающих участие в перевозке, а также мобильность пассажиров различных социальных групп с учетом их предпочтений [2,5].

Целями организации мультимодальных пассажирских перевозок являются:

- повышение мобильности населения страны;
- обеспечение большей свободы передвижения и доступа к услугам качественной единой транспортной системы;
- снижение общей стоимости перевозки привлечение за счет этого дополнительных пассажиров;
- социальное и экономическое развитие отдельных регионов.

Запуск удобных мультимодальных маршрутов не позволит допустить снижения пассажиропотока, а в некоторых случаях может привести к его увеличению [7].

В качестве критериев привлекательности организации мультимодальных перевозок с точки зрения организатора перевозки можно использовать основные показатели использования подвижного состава, которые исторически сложились на железнодорожном транспорте и других видах транспорта, участвующих в перевозке.

Наиболее важными параметрами влияющим на возможность организации мультимодальной перевозки предлагается принять населенность вагона и степень использования вместимости вагона.

Для железнодорожного транспорта населенность вагонов определяется:

$$\alpha = \frac{AL}{NL}, \quad (1)$$

где  $AL$  – пассажиро-километры, выполненные поездом на маршруте,  
 $NL$  – вагоно-километры одного поезда.

Степень использования вместимости вагонов

$$\alpha_{исп} = \frac{AL}{BL} \quad (2)$$

где  $BL$  – предложенные место-километры.

Для автотранспортных перевозок данный показатель называется коэффициентом эффективного использования автотранс-

портного средства или статическим коэффициентом использования пассажировместимости [1.15].

$$У_c = \frac{P_\phi}{P_b}, \quad (3)$$

где  $P_\phi$  – фактический пассажирооборот, пасс-км.

$P_b$  – возможный пассажирооборот при полном использовании вместимости транспортного средства, пасс-км.

Этот объединенный параметр для нескольких видов транспорта в мультимодальной транспортной сети может служить обобщающим показателем, так как только его определенное значение позволяет обеспечить минимальный уровень доходности перевозки. Это соответствует и интересам пассажиров и интересам крупных и мелких хозяйствующих субъектов.

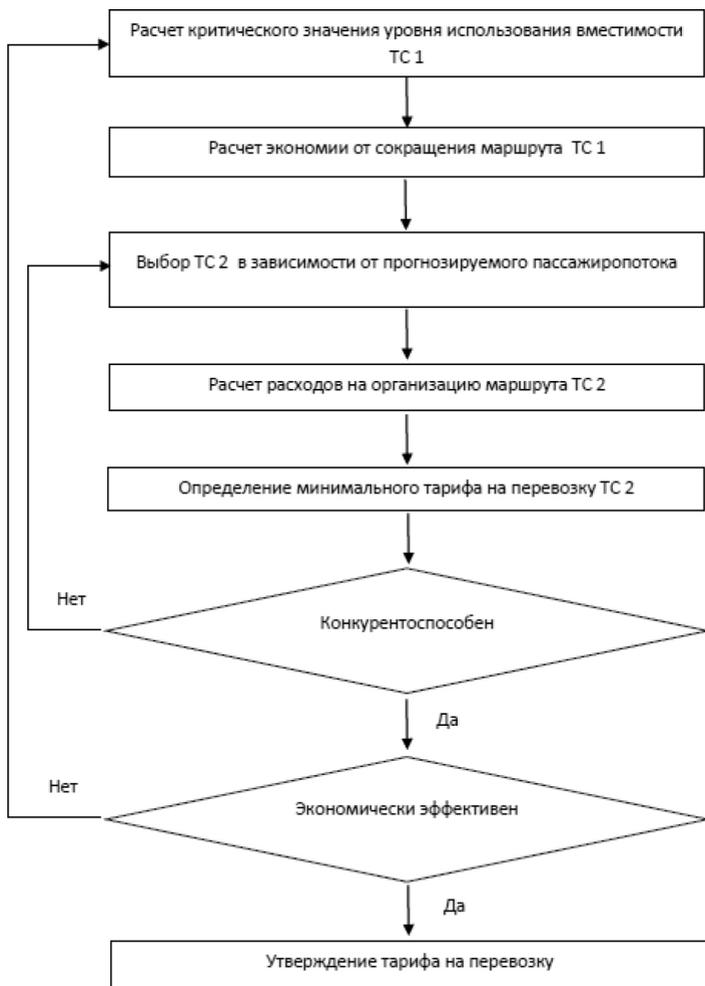
Программно-аналитические комплексы АСУ «Экспресс» позволяют по всем видам сообщений в режиме реального времени получать следующие эксплуатационные характеристики:

- корреспонденция пассажиропотоков;
- объемы перевозок пассажиров;
- объемы посадки-высадки пассажиров по промежуточным станциям;
- населенность вагонов;
- использование вместимости подвижного состава;
- показатели работы вагонов, связанные с перемещением (вагоно-км, вагоно-часы);
- коэффициенты сменяемости мест.

Информационно-аналитические возможности системы «Экспресс-3» в режиме реального времени позволяют проследить динамику населенности вагона и обеспечивают архивирование данных по месяцам, кварталам и годовым периодам [6].

Кроме того, система «Экспресс-3» дает возможность получить данные о населенности и проценте использования вместимости для каждой станции участка за месяц и цифры по посадке-высадке пассажиров на каждой станции и коэффициенту сменяемости





**Рис. 2.** Алгоритм оценки экономической эффективности мультимодальной дальней пассажирской перевозки

Поскольку организация мультимодальной перевозки выполняется коммерческими структурами, основной целью которых является получение прибыли на всем протяжении мультимодального маршрута, данный показатель принимается в качестве целевой функции:

$$P_{\text{общ}} = D_{\text{общ}} - Z_{\text{общ}} \rightarrow \text{MAX} \quad (4)$$

В качестве ограничения целевой функции принимаются показатели, обеспечивающий минимально необходимый уровень эксплуатационных затрат:

$$Z_{\text{общ}} \geq Z_{\text{min}} \quad (5)$$

где  $Z_{\text{min}}$  – минимально-необходимый уровень затрат всех видов транспортных средств, участвующих в мультимодальной перевозке.

Величина расходов, связанных с производственной деятельностью ОАО «ФПК» в расчете на один поезд определена по формуле:

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{зав}} + C_{\text{уп}} \quad (6)$$

где  $C_{\text{зав}}$  – расходы по поезду, зависящие от объема работы, тыс.руб.;

$C_{\text{уп}}$  – условно-постоянная часть расходов, приходящаяся на поезд, тыс.руб.

Расчет полной величины собственных затрат ОАО «ФПК» на поезд выполнен с учетом зависящих расходов от объема работы и условно-постоянных затрат, величина которых принята для расчетов равной 40% от зависящих [10]. Также учтены затраты на аренду локомотивов и услуги инфраструктуры. Их величина составляет 60% от собственных затрат. Определен критический уровень использования вместимости поезда равный 93%, при котором его назначение является безубыточным.

При коммерческой неэффективности проекта рассматривается вопрос использования более дешевого транспортного средства и уменьшения цены фрахтования автобусов [8]. Проект считается целесообразным при положительной оценке его эффективности.

Использование автомобильного транспорта на маршруте мультимодальной перевозки, организуемой железнодорожным перевозчиком может осуществляться:

- изменение или усиление расписания маршрутов регулярно-го автобусного сообщения или изменение типа вместимости транспортного средства по договору с автотранспортным предприятием;

- договор фрахтования автобуса;
- закупка собственных автобусов перевозчиком.

### **Заключение**

На данный момент не существует документально закреплённых критериев назначения мультимодальных перевозок. Выбор эффективной схемы организации перевозки нередко заключается в субъективном выборе руководителя либо в результате экспертного заключения.

Исходя из анализа показателей использования пассажирского подвижного состава с точки зрения перевозчика и одновременно мультимодального оператора предлагается для оценки возможности организации мультимодальной перевозки использовать в качестве основного критерия показатель коэффициент использования вместимости транспортных средств, участвующих в перевозке.

Разработанный алгоритм даёт возможность ещё на этапе предварительного отбора вариантов организации мультимодальной перевозки выполнить предварительный анализ её экономической целесообразности.

### ***Список литературы***

1. Брусянин, Д. А. Обоснование транспортных средств на маршрутной сети регулярных автомобильных и железнодорожных пассажирских перевозок / Д. А. Брусянин, В. М. Сай, С. В. Вихарев // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 1(17). – С. 50-64.
2. Вакуленко С.П., Копылова Е.В., Куликова Е.Б., Колин А.В., Мультимодальные пассажирские перевозки с участием АО «ФПК» /.- М.: МГУПС(МИИТ), 2015.- 100 с
3. Воскресенская, Т. П. Методика и алгоритмизация принятия решений по формированию терминальной сети в регионе / Т. П. Воскресенская, О. Д. Покровская // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 3(7). – С. 74-84.

4. Гуц А. В. Организация интегрированной платформы мультимодальных пассажирских перевозок / А. В. Гуц, О. Н. Дунаев // Экономика железных дорог. – 2019. – № 3. – С. 25-37.
5. Журавская М.А., Казаков А.Л., Парсюрлова П.А. О размещении остановочных пунктов при осуществлении мультимодальных пассажирских перевозок. //Транспорт Урала. -2012. - № 4 С. 50-53
6. Макарова Е. А. Информационные технологии АСУ «Экспресс» для процессов планирования пассажирских перевозок в беспересадочных сообщениях /Е. А. Макарова / Интеллектуальные системы на транспорте: материалы IV Междунар. науч-практич. конференции «Интеллект Транс -2014». - СПб: ПГУПС, 2014. - С. 175-180.
7. Малахова Т.А., Кукушкина Я.В. Перспективы развития мультимодальных перевозок в дальнем пассажирском сообщении // Транспортные системы и технологии. – 2019.– Т. 5. – № 4. – С. 16–24. <https://doi.org/10.17816/transsyst20195416-24>
8. Малахова, Т. А. Методика оценки целесообразности назначения мультимодальной пассажирской перевозки / Т. А. Малахова, О. Д. Покровская, В. В. Щербаков // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 3. – С. 39-52. – <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2022-3-39-52>
9. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (вместе с Планом мероприятий по реализации в 2008-2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года): [постановление] Принято Правительством Российской Федерации 17 июня 2008 г. № 877-р.
10. Парфенова, А. В. Экономическая оценка мероприятий по рационализации схем составов пассажирских поездов / А. В. Парфенова / Вестник университета. – 2014. – № 15. – С. 115-120. – EDN THLAMP
11. Покровская О. Д. «Сбитый прицел» клиентоориентированности / О.Д. Покровская // РЖД-Партнер. – 2016. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/news/sbityi-pritsel--klientoorientirovannosti-414174>

12. Покровская, О. Д. Логистическая классность железнодорожных станций / О. Д. Покровская // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2(38). – С. 68-76. – <https://doi.org/10.20291/2079-0392-2018-2-68-76>
13. Покровская, О. Д. Комплексная оценка транспортно-складских систем / О. Д. Покровская // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 7. – С. 26-32.
14. Покровская, О. Д. Методика оценки клиентоориентированности сервиса железнодорожного транспорта / О. Д. Покровская, Т. С. Титова // Бюллетень результатов научных исследований. – 2018. – № 3. – С. 84-106.
15. Покровская О. Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России / О. Д. Покровская // Инновационный транспорт. – 2015. – № 1(15). – С. 13-23.
16. Сай, В. М. Оценка методом линейной сверстки частных критериев вариантов маршрутной сети пассажирских перевозок / В. М. Сай, Д. А. Брусянин // Экономика железных дорог. – 2014. – № 10. – С. 63-72.

### *References*

1. Brusjanin, D. A. Obosnovanie transportnyh sredstv na marshrutnoj seti reguljarnyh avtomobil'nyh i zheleznodorozhnyh passazhirskih perevozk / D. A. Brusjanin, V. M. Saj, S. V. Viharev. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*. 2013. № 1(17). P. 50-64.
2. Vakulenko S.P., Kopylova E.V., Kulikova E.B., Kolin A.V. *Mul'timodal'nye passazhirskie perevozki s uchastiem AO «FPK»*. M.: MGUPS(МИИТ), 2015. 100 p.
3. Voskresenskaja, T. P. Metodika i algoritimizacija prinjatija reshenij po formirovaniju terminal'noj seti v regione / T. P. Voskresenskaja, O. D. Pokrovskaja. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*. 2010. № 3(7). P. 74-84.
4. Guc A. V. Organizacija integrirovannoj platformy mul'timodal'nyh passazhirskih perevozk / A. V. Guc, O. N. Dunaev. *Jekonomika zheleznyh dorog*. 2019. № 3. P. 25-37.

5. Zhuravskaja M.A., Kazakov A.L., Parsjurova P.A. *Transport Urala*. 2012. № 4. P. 50-53.
6. Makarova E. A. *Intellektual'nye sistemy na transporte: materialy IV Mezhdunar. nauch-praktich. konferencii «Intellekt Trans - 2014»*. SPb: PGUPS, 2014. P. 175-180.
7. Malakhova T.A., Kukushkina Ja.V. *Transportnye sistemy i tehnologii*. 2019. Vol. 5. No 4. P. 16–24. <https://doi.org/10.17816/trans-syst20195416-24>
8. Malakhova, T. A. Metodika ocenki celesoobraznosti naznacheniya mul'timodal'noj passazhirskoj perevozki / T. A. Malakhova, O. D. Pokrovskaja, V. V. Shherbakov. *Bjulleten' rezul'tatov nauchnyh issledovanij*. 2022. № 3. P. 39-52. <https://doi.org/10.20295/2223-9987-2022-3-39-52>
9. On the Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030 (together with the Action Plan for the implementation in 2008-2015 of the Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030): [resolution] Adopted by the Government of the Russian Federation on June 17, 2008 No. 877-r.
10. Parfenova, A. V. *Vestnik universiteta*. 2014. № 15. P. 115-120.
11. Pokrovskaja O. D. «Sbityj pricel» klientoorientirovannosti. RZhD-Partner. 2016. URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/news/sbityi-pricel--klientoorientirovannosti-414174>
12. Pokrovskaja, O. D. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*. 2018. № 2(38). P. 68-76. <https://doi.org/10.20291/2079-0392-2018-2-68-76>
13. Pokrovskaja, O. D. *Zheleznodorozhnyj transport*. 2019. № 7. P. 26-32.
14. Pokrovskaja, O. D. Metodika ocenki klientoorientirovannosti servisa zheleznodorozhnogo transporta / O. D. Pokrovskaja, T. S. Titova. *Bjulleten' rezul'tatov nauchnyh issledovanij*. 2018. № 3. P. 84-106.
15. Pokrovskaja O. D. *Innovacionnyj transport*. 2015. № 1(15). P. 13-23.
16. Saj, V. M. Ocenka metodom linejnoj sverstki chastnyh kriteriev variantov marshrutnoj seti passazhirskih perevozok / V. M. Saj, D. A. Brusjanin. *Jekonomika zheleznyh dorog*. 2014. № 10. P. 63-72.

## **ДАНИЕЕ ОБ АВТОРЕ**

**Малахова Татьяна Александровна**, соискатель

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация  
Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

*malakhova2004@yandex.ru*

## **DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Tatiana A. Malakhova**, candidate of the academic degree of candidate of Sciences, Department «Operational Work Management»  
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2799-0342>  
malakhova2004@yandex.ru*

Поступила 09.06.2023

После рецензирования 25.06.2023

Принята 02.07.2023

Received 09.06.2023

Revised 25.06.2023

Accepted 02.07.2023