

## ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Рассматриваются роль и место пассажирской транспортной услуги в современной структуре железнодорожных перевозок. Определяется необходимость подхода к железнодорожным пассажирским перевозкам как к логистической системе, которая характеризуется набором параметров, отвечающих понятию логистической системы в общем виде и учитывающих особенности железнодорожной пассажирской перевозки. Также приведены особенности формирования такой системы с учетом общепринятого теоретического подхода и специфики железнодорожного транспорта. Дано понятие логистической системы на железнодорожном транспорте, рассмотрена ее общая структура. Определена структура конкретной перевозки железнодорожным транспортом в грузовом и в пассажирском движении. Приведен пример построения математической модели логистической системы железнодорожных пассажирских перевозок на основании наборов входящих и выходящих параметров. Охарактеризована структура технологического процесса при перевозках грузов и пассажиров железнодорожным транспортом с позиции транспортной логистики.

*Ключевые слова:* логистическая система пассажирских железнодорожных перевозок, модель логистической системы, входящие и исходящие потоки, ресурсный потенциал

Сегодня практически во всех отраслях экономики Республики Беларусь принят принцип системности, базирующийся на построении уникальной системы (в основном – производственной, функционирующей непосредственно в рамках конкретной отрасли производства), обладающей набором специфических, уникальных свойств и действующей по заданным законам. Транспортная отрасль не является исключением. Причем здесь важно рассматривать не только транспортную сеть страны как единую, самостоятельную от других отраслей систему, но также в зависимости от видов транспорта (т.к. это накладывает ряд ограничений) и вида перевозок – грузовые или пассажирские.

В ряде случаев на транспорте, зачастую в системе организации перевозки, наибольшее внимание уделяется именно грузовым перевозкам. При этом пассажирские перевозки остаются как бы «сами по себе». Поэтому важное значение имеет построение организационно-логистической системы железнодорожных пассажирских перевозок. Такая система должна базироваться на соответствующей современной методике и, как результат, отвечать требованиям пассажиров, предъявляемым к оказываемым транспортным услугам. Однако в пассажирских перевозках понятие логистики практически не используется так, как сложилось устойчивое мнение, что пассажиру логистика не нужна.

На практике с возникновением потребности у пассажира в процессе выполнения поездки использовать несколько маршрутов одного или

нескольких видов транспорта без применения логистики невозможно обеспечить комфорт его поездки. Эта потребность определяет аргументированные цели необходимости развития логистики пассажирских перевозок и построения логистической системы при выполнении таких перевозок.

Для решения задач оптимизации организации железнодорожных пассажирских перевозок целесообразно применять логистическую систему, функционирование которой должно быть обусловлено особенностями железнодорожного транспорта в области пассажирских перевозок.

С учетом предлагаемых различными авторами определений логистической системы применительно к системе железнодорожного транспорта это понятие можно представить следующим образом: логистическая система организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте представляет собой сложную структурированную систему, динамично реагирующую на изменения внешней среды, характеризуемую наличием ряда взаимосвязанных подсистем, с двусторонними связями (прямыми и обратными), взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопутствующими им пассажирскими потоками (организации и осуществлении процесса перевозки). Она распределяется на структурированные взаимосвязанные и взаимозависимые сегменты ранка пассажирских перевозок. Данная структура представлена тремя сегментами, которые включают:

– сегмент ресурсов – рабочий парк подвижно-

го состава, материальные затраты, производственные фонды, численность персонала, производительность труда, фонд заработной платы;

– сегмент эксплуатационных измерителей – отправлено грузов, перевезено грузов, отправлено пассажиров, перевезено пассажиров по видам сообщений, грузооборот и пассажирооборот;

– финансовый сегмент – себестоимость одного тонно-километра и одного пассажиро-километра, доходы, прибыль, рентабельность.

Выделенные структурированные сегменты охватывают логистику всей транспортной деятельности при выполнении железнодорожных перевозок грузов и пассажиров. В итоге, железнодорожный транспорт целесообразно рассматривать с позиции «теории организационных систем». Так как транспорт в целом является достаточно специфичной отраслью, то железнодорожный – можно рассматривать как «организацию, состоящую из семейства взаимодействующих, иерархически расположенных элементов, наделенных правом принимать решения». Такая формулировка схожа с понятием логистической системы применительно к данной отрасли. Однако здесь присутствуют и некоторые отличия, что приводит к необходимости рассмотреть структурные составляющие системы при указанном подходе.

Для различных элементов такой системы характерны соответствующие цели. При определении целей логистической активности руководствуются выделенными принципами, сформулированными на основе «опыта хорошего управления». Предполагается, что они учитывают как способности, так и ограниченные возможности участников перевозочного процесса. Например, принцип «диапазона управления» («сферы полномочий») ограничивает число участников, которые могут контролироваться каждым членом (начальник локомотивного депо управляет рабочими и служащими локомотивного депо; начальник участка – только рабочими его участка, начальник локомотивной колонны – локомотивными бригадами); принцип «делегирования» (или «передачи полномочий») постулирует, что власть должна распределяться сообразно с ответственностью (начальник отделения железной дороги, например, отвечает за работу всех структурных подразделений железной дороги, расположенных на его территории, а заведующий складом – только за склад конкретного структурного подразделения). При этом выделяется специализация логистических подсистем.

Специализация – одна из отличительных особенностей организации логистической системы на железном транспорте. Она всегда возникает в результате выделения отдельных видов работ и передачи их особым специализированным единицам железнодорожного транспорта. В широком смысле слова специализация приводит к образованию «целевых» и «функциональных» органов, появлению в системе так называемых «линейных» и вспомогательных, или «обеспечивающих» элементов. Задачи, решаемые линейными элементами (непосредственно перевозки), отражают назначение такой организации. Деятельность «вспомогательных» элементов организации (ресурсный сектор) направлена на обеспечение решения линейными элементами (подразделениями) своих задач (например, локомотивные, вагонные депо). При этом структурой такой логистической системы следует понимать совокупность устойчивых межэлементных связей и отношений элементов, внутреннее их устройство, а также закон взаимодействия и взаимосвязи. Выделяют элемент логистической системы, который представляет собой неделимую часть, обладающую самостоятельностью по отношению к данной системе. При этом также важно выделять понятие логистической активности [1], а именно – обособленной совокупности действий, прикладываемых к материальному потоку и направленных на преобразование его и сопутствующих информационного и финансового потоков.

К элементарным логистическим активностям при перевозках пассажиров железнодорожным транспортом можно отнести:

- реклама услуг по привлечению перевозок пассажиров;
- продажа билетов;
- заказ билетов через электронную специализированную сеть;
- вокзальный сервис;
- размещение пассажира в вагоне;
- сервис во время поездки;
- организация пересадки пассажира (подбор билетов, организация мест ожидания, точек досуга и общепита).

Однако по отношению к железнодорожному транспорту, как к логистической системе, такое определение имеет другое значение. Перевозочный процесс пассажиров на железнодорожном транспорте включает такие системные понятия, как структура перевозок и структура одной перевозки.

Структура перевозок на железнодорожном транспорте включает разделение на виды перевозок: грузовые и пассажирские.

Структура конкретной перевозки выделяется аналогично для грузовых и для пассажирских перевозок отдельно [2]. В грузовом движении структура перевозки включает:

- в зависимости от вида используемой тяги – электрическая или дизельная;
- по элементам тарифных схем – включает вагонную, локомотивную и инфраструктурную составляющие.

В пассажирском движении структура перевозки будет следующей:

- в зависимости от используемого вида тяги – электровозная, тепловозная, мотор-вагонная электрическая и дизельная;
- по элементам тарифных схем – составляющая подвижного состава с обслуживающим персоналом и инфраструктурная составляющая.

Перевозочный процесс в грузовом и пассажирском движении поэлементно технологически делится на начально-конечные операции и операции передвижения. Причем при перевозке транзитных грузов и пассажиров выполняются и по отношению к национальной железнодорожной администрации финансируются только операции передвижения.

При формировании модели логистической системы пассажирских перевозок используется опорная система функций, определяющая интегральную увязку выходных параметров, которая имеет вид квадратичного функционала:

$$A(\Delta\alpha) = \int_0^T \left[ \sum_1^N c_i y_i(t) + \sum_1^N c_j y_j(t) - H_f(t) \right]^2 dt, \quad (1)$$

где  $c_i, c_j$  – векторы идентифицируемых параметров пассажирского формата;

$y_i, y_j$  – коэффициенты оптимизации модели по каждому пассажирскому формату:

$$y_i(t) = \int_0^T \varphi_i(\tau) \cdot G(t - \tau) d\tau; \quad (2)$$

$$y_i(t) = \int_0^{T_i} \int_0^{T_j} \varphi_j(\tau_i, \tau_j) \cdot G(t - \tau_i) \cdot G(t - \tau_j) d\tau_i d\tau_j, \quad (3)$$

где  $\varphi_i, \varphi_j$  – потребные ресурсы железнодорожных администраций, направляемые на выполнение пассажирских перевозок;

$\tau_i, \tau_j$  – продолжительность выполнения цикла пассажирских перевозок  $i$ -го и  $j$ -го пассажирских форматов;

$G$  – входной железнодорожный пассажиропоток.

Выходные параметры в логистической системе железнодорожных пассажирских перевозок напрямую зависят от входных параметров, которые систематизированы следующим образом.

Логистическая система пассажирских перевозок железнодорожным транспортом отличается от подобных систем в грузовых перевозках универсальностью использования методик интегрирования жестких систем и требует значительных затрат вычислительных ресурсов, которые упрощаются при наличии соответствующей модели.

Возникает проблема разработки специальных методов интегрирования с учетом характерных значений основных переменных и с применением минимального числа арифметических и логических операций на каждом шаге за счет отказа от универсальности общих схем численного интегрирования.

Для данной задачи может быть построена специальная методика численного воспроизведения моделей на компьютере, основанная на неявных методах ломаных (НМЛ) и трапеций (НМТ) с аналитическим разрешением возникающих неявных зависимостей.

Для указанной оптимизационной модели пассажирской логистики, записанной в виде

$$\frac{dx}{dt} = f(x) \quad (4)$$

уравнения НМЛ и НМТ получаются при аппроксимации интеграла в представлении

$$\begin{aligned} x(t_{k+1}) &= x(t_k) + \int_{t_k}^{t_{k+1}} f[x(\tau)] d\tau = \\ &= x(t_k) + \int_0^h f[x(t_k + \tau)] d\tau. \end{aligned} \quad (5)$$

Соответственно, по способу правых прямоугольников

$$x^{k+1} = x^k + hf^{k+1}, \quad (6)$$

$$f^{k+1} = f(x^{k+1}) \quad (7)$$

и трапеций

$$x^{k+1} = x^k + \left(\frac{h}{2}\right)(f^k + f^{k+1}). \quad (8)$$

Для разрешения уравнений (6) и (7) относительно  $x^{k+1}$  можно воспользоваться следующим приемом. Запишем  $i$ -ое уравнение в следующем виде

$$\frac{x_i^{k+1} - x_i^k}{h} = f_i^{k+1} = f_i(x^{k+1}). \quad (9)$$

Используя первые члены разложения Тейлора [3], можно приближенно представить правую часть полученного уравнения в следующем виде

$$f_i^{k+1} \cong f_i^k + \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_i(x^k)}{\partial x_j^k} (x_j^{k+1} - x_j^k), \quad i \in [1:n]. \quad (10)$$

С точностью до бесконечно малых высшего порядка относительно  $x_j^{k+1} - x_j^k$  при  $x^{k+1} \rightarrow x^k$ .

В результате формула НМЛ примет вид

$$\frac{x_i^{k+1} - x_i^k}{h} = f_i^k + \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_i(x^k)}{\partial x_j^k} (x_j^{k+1} - x_j^k). \quad (11)$$

Аналогичным образом, НМТ (8) может быть записан в виде

$$\begin{aligned} \frac{x_i^{k+1} - x_i^k}{h} = f_i^k + \\ + 0,5 \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_i(x^k)}{\partial x_j^k} (x_j^{k+1} - x_j^k), \quad i \in [1:n]; \quad (12) \end{aligned}$$

последние две формулы обладают тем преимуществом перед исходными соотношениями, что  $x_i^{k+1}$  входит линейно и последние уравнения могут рассматриваться как системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных  $x_i^{k+1}$ ,  $i \in [1:n]$ , которые определяют параметры элементов логистики пассажирских перевозок. Применение этих соотношений очевидно эквивалентно разрешению нелинейных систем уравнений (6)–(8) относительно  $x^{k+1}$ , что позволяет конкретизировать входные параметры модели по всем структурным элементам.

При выполнении перевозок грузов и пассажиров весь технологический процесс включает следующие элементы транспортной логистики:

– по грузовым перевозкам:

вагонная составляющая – по пробегу вагонов (вагоно-километры), по продолжительности коммерческой эксплуатации (вагоно-часы);

локомотивная составляющая – по пробегу (локомотиво-километры во главе поездов и в одиночном следовании), по продолжительности коммерческой эксплуатации (локомотиво-часы и бригадо-часы работы локомотивных бригад);

инфраструктурная составляющая – по интенсивности использования технических устройств железнодорожной инфраструктуры (пути, автоматики, телемеханики и связи, энергетической системы, зданий и инженерных сооружений). Здесь в качестве измерителя выступают тонно-километры брутто вагонов и локомотивов;

– по пассажирским перевозкам:

вагонная составляющая – по пробегу вагонов (вагоно-километры дороги-владельца вагонов), по продолжительности коммерческой эксплуатации (вагоно-часы вагонов и поездных бригад пассажирских составов);

локомотивная составляющая – по пробегу (локомотиво-километры, поездок-километры электропоездов и дизель-поездов, рельсовых автобусов и локомотивных бригад электропоездов, тепловозов, дизель-поездов и электропоездов, рельсовых автобусов);

инфраструктурная составляющая – по продолжительности эксплуатации (продолжительность эксплуатации одного километра перергонной или станционной инфраструктуры на протяжении одного часа).

Целью формирования логистической системы пассажирских перевозок, выполняемых на железнодорожном транспорте, является повышение общего потенциала такой системы до уровня, превышающего суммарный потенциал всех ее подсистем. При этом уровень организации такой системы должен отвечать современным интеграционным требованиям и требованиям системности, которые позволяют транспортной логистической системе эффективно функционировать и выполнять весь комплекс функций, запрашиваемых современным потребителем транспортных услуг. При этом производитель транспортной услуги должен обладать достаточным потенциалом ресурсов, используемых во всех сегментах логистической модели.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаджинский, А. М. Логистика [Текст] : учебник для высш. и средн. спец. учеб. заведений / А. М. Гаджинский. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Инф.-внедр. центр «Маркетинг», 2000. – 375 с.

2. Копитко, В. І. Логістичний підхід у створенні ефективного механізму управління пасажирськими перевезеннями залізничним транспортом [Текст] / В. І. Копитко // Маркетинг і логістика в системі менеджменту пасажирських перевезень на залізничному транспорті: Матеріали Першої Міжн. наук.-практ. конф. – К.: ДАЗТУ, 2009. – С. 54–57.
3. Моисеев, Н. Н. Математические задачи системного анализа [Текст] : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. Н. Моисеев. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1981. – 488 с.

Поступила в редколлегию 19.04.2011.  
Принята к печати 28.04.2011.

О. А. ХОДОСКИНА

## **ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА – НЕОБХІДНИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Розглядаються роль і місце пасажирської транспортної послуги в сучасній структурі залізничних перевезень. Визначається необхідність підходу до залізничних пасажирських перевезень як до логістичної системи, яка характеризується набором параметрів, що відповідають поняттю логістичної системи в загальному вигляді і враховують особливості залізничної пасажирського перевезення. Також наведено особливості формування такої системи з урахуванням загальноприйнятого теоретичного підходу і специфіки залізничного транспорту. Дано поняття логістичної системи на залізничному транспорті, розглянута її загальна структура. Визначено структуру конкретного перевезення залізничним транспортом у вантажному і в пасажирському русі. Наведено приклад побудови математичної моделі логістичної системи залізничних пасажирських перевезень на підставі наборів входять і виходять параметрів. Охарактеризовано структура технологічного процесу при перевезеннях вантажів та пасажирів транспортом залізничним з позиції транспортної логістики.

*Ключові слова:* логістична система пасажирських залізничних перевезень, модель логістичної системи, вхідні і вихідні потоки, ресурсний потенціал

О. А. KHODOSKINA

## **LOGISTIC SYSTEM AS AN ESSENTIAL ELEMENT OF MODERN ORGANIZATION OF RAILWAY PASSENGER TRAFFIC**

The role and place of passenger transport services in the modern structure of rail transportation is considered. The need for approach to rail passenger transport as a logistics system, which is characterized by a set of parameters corresponding to the concept of logistics system in general and taking into account the peculiarities of railway passenger transportation is determined. The features of formation of such a system, taking into account the generally accepted theoretical approach and the specifics of rail transport are also presented. The concept of logistic system for railway vehicles is given; its overall structure is reviewed. The structure of the particular transport is defined by rail freight and in passenger traffic. Is an example of a mathematical model of the logistics system of rail passenger services on the basis of sets of incoming and outgoing parameters is determined. The structure of technologic process for goods and passenger transportation by rail from the perspective of logistics is characterized.

*Keywords:* logistic system of passenger railway transportation, model of logistic system, input and output streams, resource potential