

DOI: 10.12731/2227-930X-2025-15-1-357

EDN: STTJXT

УДК 656.078



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ, ОСНОВАННОЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СЕТЕВОМ ПРИНЦИПЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*Р.А. Халтурин, И.Ю. Каишанов,  
В.Д. Кутков, Н.С. Акинъшин*

### *Аннотация*

**Обоснование.** Актуальность темы статьи обусловлена необходимостью повышения эффективности распределения ресурсов в транспортных системах крупных городов, где взаимодействие различных видов транспорта осложнено их разным отраслевым и административным подчинением, а также несопоставимостью измерителей, что затрудняет формирование единой системы с общими показателями эффективности. Предлагаемая модель на основе функционально-сетевого принципа направлена на решение этих проблем, обеспечивая интеграцию видов транспорта и унификацию подходов к оценке их работы.

**Цель.** Разработать модель структуры системы распределения ресурсов, основанной на функционально-сетевоом принципе представления показателей для решения задачи интеграции различных видов транспорта общего пользования в единую транспортную сеть.

**Материалы и методы.** Методы и материалы, описанные в тексте, включают применение цифровых технологий и вычислительных мощностей для реализации функционально-сетевого принципа управления в транспортных комплексах. Основное внимание уделяется многокритериальным задачам, требующим специфических методов решения, таких как сведение множества целей к единому критерию или использование многомерных моделей. Материалы исследования включают анализ систем управления, основанных на ие-

рархических уровнях (инфраструктура, маршрутная сеть, субъекты-перевозчики), и разработку моделей, учитывающих многомерное целеполагание и взаимодействие различных видов транспорта. Методы включают математическое моделирование, анализ вероятностных распределений и оценку эффективности ресурсного распределения в сложных транспортных системах.

**Результаты.** Представление системы основано на формировании морфологических матриц для выбора сценариев распределения ресурсов с использованием оценочного функционала показателей эффективности на первом иерархическом уровне, при этом разработаны три модели структуры системы управления по функционально-сетевому принципу и установлена необходимость создания модели расчёта весовых коэффициентов для анализа всего пространства возможных решений.

**Ключевые слова:** аналитические методы; модели оптимизации; распределение ресурсов; сложная система; пассажирские транспортные системы

**Для цитирования.** Халтурин, Р. А., Каштанов, И. Ю., Кутков, В. Д., & Акиншин, Н. С. (2025). Модель структуры системы распределения ресурсов, основанной на функционально-сетевом принципе представления показателей. *International Journal of Advanced Studies*, 15(1), 234–251. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-1-357>

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## MODEL OF THE RESOURCE ALLOCATION SYSTEM STRUCTURE BASED ON THE FUNCTIONAL-NETWORK PRINCIPLE OF REPRESENTING INDICATORS

*R.A. Khalturin, I.Y. Kashtanov,  
V.D. Kutkov, N.S. Akinshin*

### *Abstract*

**Background.** The relevance of the article's topic is driven by the need to improve the efficiency of resource allocation in urban transport sys-

tems, where the interaction of various transport modes is complicated by their differing sectoral and administrative subordination, as well as the incompatibility of performance metrics, hindering the formation of a unified system with common efficiency indicators. The proposed model, based on the functional-network principle, aims to address these issues by facilitating the integration of transport modes and standardizing approaches to performance evaluation.

**Purpose.** To develop a model of the resource allocation system structure based on the functional-network principle for integrating various public transport modes into a unified transport network.

**Materials and methods.** The methods and materials described in the text include the application of digital technologies and computational power to implement the functional-network principle in transport system management. The focus is on multicriteria tasks requiring specific solution methods, such as consolidating multiple objectives into a single criterion or utilizing multidimensional models. Research materials involve the analysis of management systems based on hierarchical levels (infrastructure, route network, transport operators) and the development of models that account for multidimensional goal-setting and the interaction of various transport modes. Methods include mathematical modeling, probabilistic distribution analysis, and efficiency assessment of resource allocation in complex transport systems.

**Results.** The system representation is based on the formation of morphological matrices for selecting resource allocation scenarios using an evaluation framework of efficiency metrics at the first hierarchical level. Three models of the management system structure based on the functional-network principle were developed, and the necessity of creating a model for calculating weighting coefficients to analyze the entire space of potential solutions was established.

**Keywords:** analytical methods; optimization models; resource allocation; complex system; passenger transportation systems

**For citation.** Khalturin, R. A., Kashtanov, I. Y., Kutkov, V. D., & Akinshin, N. S. (2025). Model of the resource allocation system struc-

ture based on the functional-network principle of representing indicators. *International Journal of Advanced Studies*, 15(1), 234–251. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-1-357>

### **Введение**

Анализ достаточно большого количество научных публикаций, в которых авторы исследуются закономерности развития систем городского пассажирского транспорта общего пользования (ГПТОП) в крупных городах показывает, что в последние десятилетия и особенно в последние года актуализировалась проблема эффективности взаимодействия различных видов общественного транспорта. В научных исследованиях и практико-ориентированных публикациях декларируется необходимость интеграции различных видов транспорта общего пользования в крупных городах единую транспортную систему, то есть в систему с едиными показателями использования и результативными показателями эффективности [1-6]. Сложность решения данной задачи, относящейся к задачам управления, в нашей стране заключается в том, что различные виды транспорта находятся в различном отраслевом или административном подчинении. Поэтому не только на уровне управления, но и на технологическом уровне формирования структуры показателей возникают сложности из-за несопоставимости измерителей, оценивающие одни и те же физические процессы.

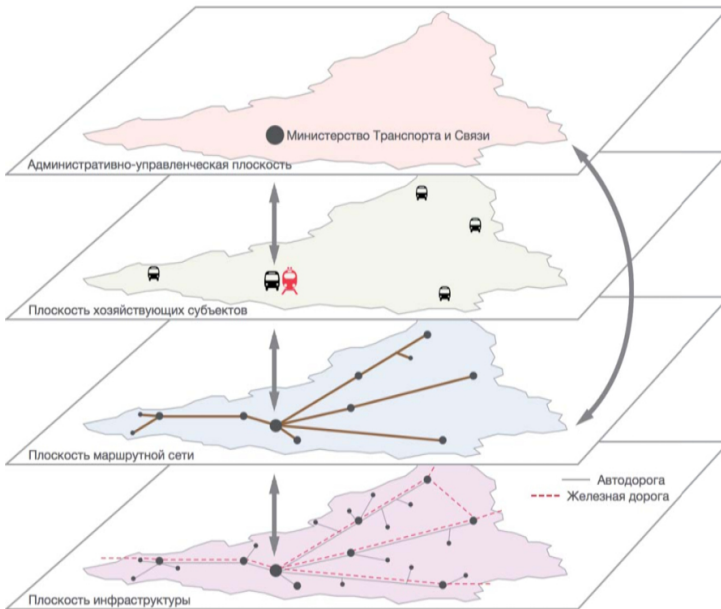
### **Материалы и методы**

В случае реализации функционально-сетевых принципов дифференцирование задач управления в транспортном комплексе производится не по технологическому и не по организационному признаку, а по специфическим секторам управления, в которых могут присутствовать все виды транспорта. Естественно, что такое объединение разнородных структур в единую систему управления сегодня возможен только в связи активным внедрением цифровых

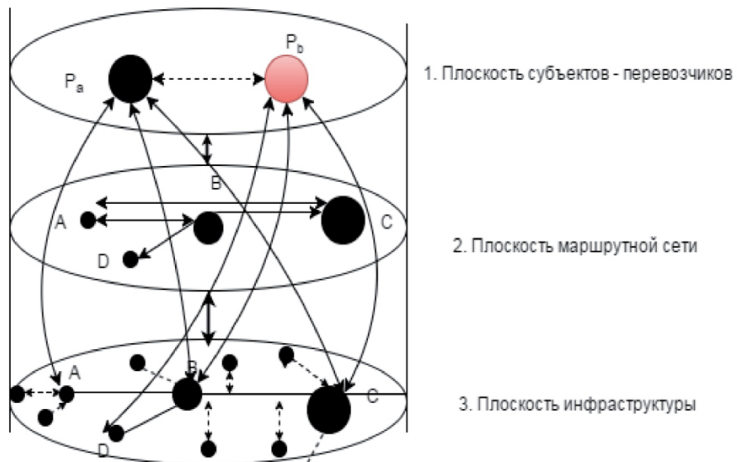
технологий и с повышением потенциала средств вычислительной техники и коммуникации. Интересно отметить, что при формировании понятия «интеллектуальный» в ИТС понималось не с создание неких «умных» технологий, а возможность производить значительные объемы вычислительных операций.

В отечественных научных исследованиях понимание необходимости перехода к системам управления ГПТОП основанном на функционально-сетевом принципе проявляется, начиная с 2010 г. Формируются устойчивые представления, что во главе проектирования систем управления располагается целеполагание, определяющее необходимость взаимовыгодного сотрудничества (кооперации) всех видов транспорта независимо от технологических признаков и организационных их организационного подчинения. В [7] говорится от том, что на сегодняшний день отсутствуют модели управления согласующие интересы как отдельных перевозчиков, так и органов муниципальной власти и предлагается собственное решение данной проблемы (рисунок 1). Причем в предлагаемой модели: (первое) отсутствует разделение видов транспорта по технологическому признаку; (второе) установлена вертикальная иерархия прямого подчинения организаций ГПТ Министерству транспорта и Связи. Если по первому пункту возражения отсутствуют, то по второму в соответствии с ФЗ №131 «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» организация транспортного обслуживания населения всеми видами ГПТ возложена на муниципальные власти, что усложняет задачу проектирования системы управления.

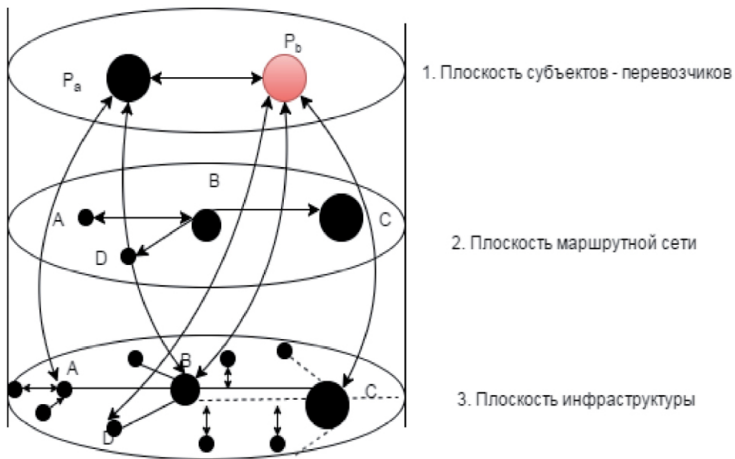
Решение, которое приводится в [7] названо логистическим и, на первый взгляд, достаточно простое и оправданное. Производится разделение системы управления на отдельные иерархические уровни (сэндвич-модель): плоскость инфраструктуры; плоскость маршрутной сети; плоскость субъектов – перевозчиков (рисунок 2 и 3).



**Рис. 1.** Пространственное распределение функциональных плоскостей взаимодействия в системе управления ГПТ. Источник [7]



**Рис. 2.** Элементарная вертикальная трубка взаимодействия пассажирских перевозчиков (маршрутная сеть №1). Источник [7]



**Рис. 3.** Элементарная вертикальная трубка взаимодействия пассажирских перевозчиков (маршрутная сеть №2). Источник [7]

Далее определяется, что все проблемы в формировании эффективных систем управления транспортными комплексами связаны с отсутствием взаимодействия на верхнем в данном случае иерархическом уровне между отдельными субъектами – перевозчиками (рисунок 2). Например, в части организации регулярных маршрутов отсутствие такой связи может отразиться на нижнем иерархическом уровне (плоскость маршрутной сети) в виде формирования дублирующих маршрутов движения подвижного состава. На рисунке 3 данная информационная связь устанавливается в виде согласования действий отдельных субъектов по формированию единой маршрутной сети. Решение действительно простое и очевидное если речь идет о небольшом населенном пункте с неразвитой маршрутной сетью, но, если приходится создавать транспортные модели крупных городов (мегаполисов) данное решение оказывается не столь простым как кажется. Это обусловлено наличием большого количества целеполагания в исследуемой системе.

Задача поиска эффективных решений в транспортном комплексе отличается сложностью в силу сложной природы факторного

пространства, предполагающей исследование, как минимум трех комплексов критериальной функций с различным целеполаганием отдельных критериев. Таким образом, задача эффективного распределения ресурсов в транспортном комплексе предполагает более сложный алгоритм действий, в силу своей сложной природы. Более того, задача эффективного управления не является задачей выбора какой-либо отдельной эффективной стратегии, а формируется задача перераспределения ресурсов влияния на известные формальные показатели по всем возможным наборам операций (стратегий) с целью максимально эффективной эксплуатации всех возможных наборов операций, то есть эксплуатации различных видов транспорта. Причем локальная эффективность (производительность) отдельных наборов, может быть, различная для различных условий применения. Таким образом представление системы, структурируемой по функционально-сетевому признаку становится обоснованным.

Множество целеполаганий в исследуемой системе распределения ресурсов, в свою очередь, требует применения специфических методов решения многокритериальных задач. Как правило, решение многокритериальных задач стараются упростить сведением его единому критерию и нередко качестве такого критерия принимают экономические измерители. Естественно, что если целеполагание в системе можно охарактеризовать одной величиной, пригодной для описания системы и процесса, то решение является достаточно простым, но недостаточно объективным. Иногда выбирают более строгую модель принимая, что если в системе имеется множество целей, которые, тем не менее, могут быть измерены в одинаковых единицах, то можно естественным путем определить единую результирующую цель [14; 15].

Однако большинство случаев, когда в сложных организационно-технических системах, какими являются системы ГПТОП крупных городов, присутствует множество целей, элементы которых не могут быть выражены единообразно. Такое целеполагание нередко называют многомерным, а их решение требует применения специальных методов решения многокритериальных задач



[16-18]. Причем многомерные цели могут находиться друг с другом в следующих отношениях:

1. Цели взаимно нейтральны. Система или процесс могут быть применительно к отдельным целям характеризоваться и рассматриваться независимо.
2. Цели кооперируются. В этом случае, как правило, систему или процесс удается рассматривать применительно к одной цели, а остальные достигаются одновременно.
3. Цели конкурируют и в этом случае одной из целей можно достигнуть лишь за счет другой.

В системах ГПТОП обычно присутствует более сложная информационная ситуация, когда невозможно строго определить наличие одного определенного соотношения целей. Как правило, цели частично нейтральны, частично кооперативны между собой, а частично конкурируют между собой [19].

Поэтому представление окончательной модели структуры системы распределения ресурсов, в том числе основанной на функционально-сетевом принципе представления показателей на различных уровнях, должна предполагать возможность многомерного и многоуровневого целеполагания. Учитывая сказанное и выявленными характерными требованиями к сложным транспортным системам крупных городов, сформируем вариант представления модели структуры распределения ресурсов, основанный на функционально-сетевом принципе.:

1. Обязательное наличие на первом уровне базового блока результативных показателей сформированного с учетом многомерного целеполагания в исследуемой системе.
2. Второй уровень в системе должен с одной стороны соответствовать принципам организации действующей системы, с другой стороны формировать эффективные системы не для одного вида транспорта, но для их совокупности функционирования в отдельной стране, то есть отражать функционально-сетевой принцип.

3. Последующие иерархические уровни в системе являются результирующими уровнями и их количество определяется количеством исследуемых объектов предшествующих уровней.

При этом границы исследуемой системы ГПТОП и входы в систему остаются неизменными, но происходит трансформация моделей расчёта, заключающаяся в приближении абстрактной структуры системы распределения ресурсов к реальной физической системе и к системам, объединяющим несколько видов транспорта.

Отличительной особенностью представления данной модели структуры системы распределения ресурсов будет изменение параметров входящих в систему уравнений, определяющих условие решения задачи на 2-ом и последующих уровнях:

$$\begin{cases} P_{ij} = P\{\Theta = \Theta_j\}, \sum_{j=1}^n P_j = 1 \\ R_{ij} = R\{\Theta = \Theta_j\}, \sum_{j=1}^n R_j = R_i^{ло} \\ \mathfrak{E}_{m_n k}^{sr} = \sum_{j=1}^{m_n} \mathfrak{E}_{ck_j}^r \end{cases} \quad (1)$$

где  $R_{ij}$  – оценочный показатель распределения ресурсов, соответствующих (тождественный) коэффициенту относительной важности при отдельном показателе эффективности для  $j$ -го информационного состояния (ИС), как совокупности  $m$  ( $m$ -совокупности) видов транспорта в элементарном логическом операторе (ЛО);

$R_i^{ло}$  – оценочный показатель распределения ресурсов для  $m$ -совокупности видов транспорта в элементарном ЛО

$P_{ij}$  – распределение вероятностей для  $j$ -го ИС, на  $i$ -ой области ответствующего пространства возможных решений ЛО, которая представлена, как последовательность вида  $B_1 > B_2 > \dots > B_i > \dots > B_m$ ,

$\mathfrak{E}_{m_n k}^{sr}$  – показатель эффективности для  $m$ -совокупности видов транспорта

### Результаты и обсуждения

Тогда структура показателей, обозначенная как  $F_2$ , на управляющем уровне системы распределении ресурсов по функционально-сетевому признаку для отдельных ЛО примет следующий вид:

$$\|F_2\| = \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{11j}^r & \cdots & \sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{1kj}^r \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{n1j}^r & \cdots & \sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{nkj}^r \end{bmatrix} \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_{nkj}^r$  – количественная оценка эффективности функционирования отдельных видов транспорта на первом управляемом уровне.

$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{nkj}^r$  – количественная оценка эффективности функционирования локальной транспортной микросистемы *m-совокупности* видов транспорта, упорядоченного в соответствии с (3.9)

$k$  – количество ЛО в отдельном районе

$\mathcal{E}_{nkj}^r$  – количественная оценка эффективности функционирования отдельных видов транспорта на первом управляемом уровне.

Поясним принципиальные отличия модели системы распределения ресурсов, организованной по функционально-сетевому принципу от двух предыдущих моделей. В таблице 1 на втором иерархическом уровне структура расчётных случаев (вектор-строк) формируется из суммарной оценки эффективности по совокупности всех видов транспорта в каждой страте на первом управляемом уровне. При этом количество возможных решений во 2-ом эшелоне определяется количеством информационных ситуаций на ряде взаимоисключающий предпочтений

$$m_{2\text{-го уровня}} = \text{ИС} n_{1\text{-го уровня}} \quad (3)$$

На физическом уровне представления системы распределения ресурсов это (если принимать во внимание единство структуры входных данных) количественная оценка эффективности функционирования отдельного субъекта управления *m-совокупности* видов транспорта, то есть, некой структурой управления результативными показателями совокупности видов транспорта (трамвай, троллейбус, автобус, метрополитен и т.д.). В качестве таких структур управления целесообразно создавать организации, курирующие формирование информационно-аналитических платформы (ИАП) ИТС. В настоящее время это различие центры управления процессами транспортного обслуживания населения

в ГПТОП: организаторы перевозок, центры организации дорожно-го движения, центры управления и комитеты по развитию транспортно-й инфраструктуры крупных городов и т.д. Таким образом в данная модель представления структуры системы распределе-ния ресурсов ГПТОП исследует деятельность не отдельного вида транспорта (как в первом случае) и не отдельной структуры управ-ления, отвечающей за развитие отдельного вида транспорта, но структуры управления совокупностью видов транспорта в уста-новленных границах.

Таблица 1.

**Логическая матрица решения на управляющем уровне модели структуры исследуемой системы по функционально-сетевому принципу**

$R_2$		множество ИС, соответствующих отдельным ЛО (стратам) 2-го уровня					$\mathcal{E}_i^p$ - эффективность по Байесу
		$ИС_{1r}^{1r}$	...	$ИС_{2r}^{2r}$	...	$ИС_{n=k_1}^{kp}$	
Ф – различные структуры, курующие перевозки несколькими видами транспорта	$\varphi_{c1}$	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{11j}^{sr}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{1kj}^{2r}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{1kj}^{kr}$	$\mathcal{E}_{c1}^r = \sum_{s=1}^k P_j \mathcal{E}_{1kj}^{s1}$
	$\varphi_{c2}$	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{21j}^{sr}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{2kj}^{2r}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{2kj}^{kr}$	$\mathcal{E}_{c1}^r = \sum_{s=1}^k P_j \mathcal{E}_{2kj}^{s1}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$\varphi_{cm_n}$	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{n1j}^{sr}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{nkj}^{2r}$	...	$\sum_{j=1}^{m_n} \mathcal{E}_{nkj}^{kr}$	$\mathcal{E}_{c1}^r = \sum_{s=1}^k P_j \mathcal{E}_{nkj}^{s1}$
целесопаание		min/max	...	min/max	...	min/max	

Тогда эффективность структур управления различных видов транспорта будет определяться, следующим показателям:

– на 1-ом иерархическом уровне:  $f_{ij}^{sr}$  – оценочный функционал отдельного  $i$ -ого вида транспорта ( $i = 1 \dots m$ ) для  $j$ -го критерия, тождественному измерителю соответствующему ( $j = 1 \dots n$ )  $s$ -му логического оператору ( $s = 1 \dots k$ ) первого уровня в  $r$ -ом «районе» или подсистеме транспортного производства ( $r = 1 \dots p$ ).

– на 2-ом иерархическом уровне:  $\Xi_{nk_j}^{kr}$  – оценочный функционал  $m$ -совокупности вида транспорта ( $i = 1 \dots m$ ) для  $j$ -го информационного состояния, тождественному измерителю соответствующему ( $j = 1 \dots n$ )  $s$ -му логического оператору ( $s = 1 \dots k$ ) первого уровня в  $r$ -ом «районе» или подсистеме транспортного производства ( $r = 1 \dots p$ ).

– на третьем иерархическом уровне модели распределения ресурсов по функционально-сетевому принципу выполняется задача оптимизации, направленная на определение коэффициентов относительной важности (КОВ) для  $m$ -совокупности видов транспорта, осуществляющих перевозки в установленных исследовании границах (табл. 2).

Таблица 2.

**ЛО на высшем уровне в системе распределения ресурсов по функционально-сетевому принципу**

ЛО (R3, s=1, r=1)							
$R_3$	$ИС_1^{11}$	$ИС_2^{11}$	...	$ИС_j^{s1}$	...	$ИС_{n=k_p}^{kp}$	$\Xi_r^n$
$\varphi_1$	$\Xi_{1max}^{11}$	$\Xi_{1max}^{21}$	...	$\Xi_{1max}^{s1}$	...	$\Xi_{1max}^{kr}$	$\Xi_1^r$
$\varphi_2$	$\Xi_{2max}^{11}$	$\Xi_{2max}^{21}$	...	$\Xi_{2max}^{s1}$	...	$\Xi_{2max}^{kr}$	$\Xi_2^r$
...	...	...	...	...	...	...	...
$\varphi_{m_n}$	$\Xi_{nmax}^{11}$	$\Xi_{nmax}^{21}$	...	$\Xi_{nmax}^{sp}$	...	$\Xi_{nmax}^{kr}$	$\Xi_n^r$
Целеполагание	min/max	min/max	...	min/max	...	min/max	

Поскольку целеполагание в системах ГПТОП нередко является многомерным, решение задачи, формируемой на 3-ем уровне иерархии, требует применения специальных методов решения многокритериальных задач. Причем, как правило, в системах ГПТОП присутствует сложная информационная ситуация. В этих случаях невозможно строго определить наличие одного определенного соотношения целей и целесообразно применить методы векторной оптимизации, позволяющие получать отклик на всем возможном пространстве предполагаемых решений.

**Заключение**

Подведем итоги моделирования структуры системы распределения ресурсов при управлении ГПТ:

1. Определено, что представление системы в любом случае основано на принципе формирования для отдельных блоков морфологических матриц выбора сценариев распределения ресурсов на базе оценочного функционала показателей эффективности отдельных видов транспорта на первом иерархическом уровне.
2. Сформирована три возможных модели представления структуры исследуемой системы управления по функционально-сетевому принципу, определяющему эффективность совокупности видов транспорта.
3. Установлена необходимость разработки модели расчёта весовых коэффициентов, позволяющей получать отклик на всем возможном пространстве предполагаемых решений.

#### **Список литературы**

1. Брусянин, Д. А., Казаков, А. Л., & Маслов, А. М. (2012). Оптимизация региональной маршрутной сети пригородных и междугородных пассажирских перевозок с использованием логистических принципов. *Транспорт Урала*, (1), 106–109. EDN: <https://elibrary.ru/OWWUAB>
2. Вакуленко, С. П., Ларин, О. Н., & Лёвин, С. Б. (2014). Теоретические аспекты механизмов взаимодействия в транспортных системах. *Мир транспорта*, (6), 14–27. EDN: <https://elibrary.ru/TCUSLT>
3. Васильев, А. Г. (2012). *Повышение эффективности пригородных и междугородных пассажирских перевозок на базе АСУ*. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Екатеринбург. 20 с. EDN: <https://elibrary.ru/QIEYXJ>
4. Волкова, Е. М. (2013). *Формирование системы взаимодействия железнодорожной компании с субъектами рынка пригородных пассажирских перевозок*. Автореферат диссертации кандидата экономических наук. Санкт-Петербург. 24 с. EDN: <https://elibrary.ru/ZPBVBL>
5. Новоселов, В. И. (2000). *Повышение эффективности использования подвижного состава муниципального пассажирского транспорта*. Автореферат диссертации кандидата экономических наук. Новосибирск. 23 с.

6. Сай, В. М., & Сизый, С. В. (2011). *Образование, функционирование и распад организационных сетей*. Монография. Екатеринбург: УрГУПС. 270 с. EDN: <https://elibrary.ru/OJALRX>
7. Бруснянин, Д. А., & Пономорева, М. С. (2015). Модель взаимовыгодного сотрудничества перевозчиков на сегменте внутрирегиональных пассажирских перевозок. *Вестник Оренбургского государственного университета*, (9), 137–143. EDN: <https://elibrary.ru/VHLKEL>
8. Ефимова, О. Ю. (2016). Адаптивная модель управления качеством городского пассажирского транспорта. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*, (1), 48–54. EDN: <https://elibrary.ru/VYURMF>
9. Знаменский, Д. Н., & Фёдоров, М. П. (2011). Построение комплексной модели оптимизации маршрутной сети городского транспорта. *Научно-технические ведомости. ИННОВАТИКА СПбГПУ*, (3), 154–158. EDN: <https://elibrary.ru/NXVZEN>
10. Терентьев, А. В., Ефименко, Д. Б., & Карелина, М. Ю. (2017). Методы районирования, как методы оптимизации автотранспортных процессов. *Вестник гражданских инженеров*, (6), 291–294. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-6-291-294> EDN: <https://elibrary.ru/YPNFZF>
11. Terentyev, A., Evtiukov, S., & Karelina, M. (2017). A method for multi-criteria evaluation of the complex safety characteristic of a road vehicle. *Transportation Research Procedia*, 36, 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.057> EDN: <https://elibrary.ru/DGMMDN>
12. Moiseev, V. V., Terentiev, A. V., StroeV, V. V., & Karelina, M. Yu. (2018). Enhancement of economic efficiency of transport performance using multi-criteria estimation. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 61, 167–171. EDN: <https://elibrary.ru/WHRSRR>
13. Terentiev, A. V., Yevtukov, S. S., & Karelina, E. A. (2020). Development of zoning method for solving economic problems of optimal resource allocation to objects of various importance in context of incomplete information. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 128, 765–772. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200312.108> EDN: <https://elibrary.ru/LJQRIK>

### *References*

1. Brusyakin, D. A., Kazakov, A. L., & Maslov, A. M. (2012). Optimization of regional intercity and suburban passenger transport route network using logistics principles. *Transport of the Urals, (1)*, 106–109. EDN: <https://elibrary.ru/OWWUAB>
2. Vakulenko, S. P., Larin, O. N., & Levin, S. B. (2014). Theoretical aspects of interaction mechanisms in transport systems. *World of Transport, (6)*, 14–27. EDN: <https://elibrary.ru/TCUSLT>
3. Vasil'ev, A. G. (2012). Increase in efficiency of suburban and intercity passenger transport based on automatic control systems. Unpublished doctoral dissertation abstract. Yekaterinburg. 20 p. EDN: <https://elibrary.ru/QIEYXJ>
4. Volkova, E. M. (2013). Establishing interaction system between rail company and subjects of suburban passenger transport market. Unpublished doctoral dissertation abstract. St. Petersburg. 24 p. EDN: <https://elibrary.ru/ZPBBBL>
5. Novoselov, V. I. (2000). Increase in efficiency of municipal passenger transport rolling stock utilization. Unpublished doctoral dissertation abstract. Novosibirsk. 23 p.
6. Say, V. M., & Sizy, S. V. (2011). *Emergence, Functioning, and Breakdown of Organizational Networks*. Monograph. Yekaterinburg: UrG-PU. 270 p. EDN: <https://elibrary.ru/OJALRX>
7. Brusyakin, D. A., & Ponomoreva, M. S. (2015). Mutually beneficial cooperation model for carriers in intraregional passenger transport segment. *Bulletin of Orenburg State University, (9)*, 137–143. EDN: <https://elibrary.ru/VHLKEL>
8. Efimova, O. Yu. (2016). Adaptive model for quality management of urban passenger transport. *Bulletin of Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Social Sciences, (1)*, 48–54. EDN: <https://elibrary.ru/VYURMF>
9. Znamensky, D. N., & Fyodorov, M. P. (2011). Development of comprehensive model for optimization of urban transport routing network. *Scientific and Technical Newsletter. INNOVATICS SPbSPU, (3)*, 154–158. EDN: <https://elibrary.ru/NXVZEN>



10. Terent'ev, A. V., Evimenko, D. B., & Karelina, M. Yu. (2017). Zoning methods as optimization methods for transport processes. *Bulletin of Civil Engineers*, (6), 291–294. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-6-291-294> EDN: <https://elibrary.ru/YPNFZF>
11. Terentyev, A., Evtiukov, S., & Karelina, M. (2017). A method for multi-criteria evaluation of the complex safety characteristic of a road vehicle. *Transportation Research Procedia*, 36, 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.057> EDN: <https://elibrary.ru/DGMMDN>
12. Moiseev, V. V., Terentiev, A. V., Stroev, V. V., & Karelina, M. Yu. (2018). Enhancement of economic efficiency of transport performance using multi-criteria estimation. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 61, 167–171. EDN: <https://elibrary.ru/WHRSSR>
13. Terentiev, A. V., Yevtukov, S. S., & Karelina, E. A. (2020). Development of zoning method for solving economic problems of optimal resource allocation to objects of various importance in context of incomplete information. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 128, 765–772. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200312.108> EDN: <https://elibrary.ru/LJQRIK>

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Халтурин Роман Александрович**, кандидат экономических наук  
*Государственный университет управления (ГУУ)*  
*Рязанский пр-т, 99, г. Москва, Российская Федерация*  
[ra\\_khalturin@guu.ru](mailto:ra_khalturin@guu.ru)

**Каштанов Игорь Юрьевич**, аспирант  
*Государственный университет управления (ГУУ)*  
*Рязанский пр-т, 99, г. Москва, Российская Федерация*  
[iyu\\_kashtanov@guu.ru](mailto:iyu_kashtanov@guu.ru)

**Кутков Владимир Дмитриевич**, аспирант  
*Государственный университет управления (ГУУ)*

*Рязанский пр-т, 99, г. Москва, Российская Федерация  
KutkovVD@yandex.ru*

**Акиншин Никита Сергеевич**, аспирант

*Государственный университет управления (ГУУ)  
Рязанский пр-т, 99, г. Москва, Российская Федерация  
Nikita14Akin@yandex.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Roman A. Khalturin**, Candidate of Economic Sciences

*State University of Management (SUM)  
99, Ryazansky Prospekt, Moscow, Russian Federation  
ra\_khalturin@guu.ru*

**Igor Yu. Kashtanov**, Postgraduate Student

*State University of Management (SUM)  
99, Ryazansky Prospekt, Moscow, Russian Federation  
iyu\_kashtanov@guu.ru*

**Vladimir D. Kutkov**, Postgraduate Student

*State University of Management (SUM)  
99, Ryazansky Prospekt, Moscow, Russian Federation  
KutkovVD@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0988-1355>*

**Nikita S. Akinshin**, Postgraduate Student

*State University of Management (SUM)  
99, Ryazansky Prospekt, Moscow, Russian Federation  
Nikita14Akin@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4229-7918>*

Поступила 05.03.2025

После рецензирования 17.03.2025

Принята 23.03.2025

Received 04.03.2025

Revised 17.03.2025

Accepted 23.03.2025