

А. П. Грефенштейн

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДСКИХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Аннотация. Описано транспортно-экономическое содержание подхода по формированию договорного тарифа на городские железнодорожные грузоперевозки в рамках концепции распределительных центров. Тариф на новую услугу предложено определять с учетом цен конкурирующих автотранспортных предприятий для различных объемов грузов, предъявляемых к перевозке на расстояния в пределах агломерации крупного города.

По предложенному подходу рассчитаны и сопоставлены расходы на перевозку грузов в автомобилях и вагонах, приведены примеры рациональных вариантов реализации перевозок с городскими распределительными центрами. Результаты позволили сделать вывод о возможности предоставления новой железнодорожной услуги по перевозке на короткие расстояния при минимально достаточном грузопотоке.

Ключевые слова: городской распределительный центр, городские перевозки, автотранспорт, железнодорожный транспорт, крупный город, агломерация.

Для цитирования: Грефенштейн, А. П. Условия применения железнодорожного транспорта в городских грузовых перевозках / А. П. Грефенштейн // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 132–142. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_2_132.

Введение

Проблема негативного влияния автомобильного транспорта на жизнедеятельность людей является не новой, но весьма актуальной. В последние десятилетия данный вопрос рассматривается с позиции отрицательного воздействия грузовых автоперевозок на крупные города и их жителей. Автотранспорт считается главным источником формирования выбросов CO₂, CO, N₂O, CH₄, сажи и т. д., дорожно-транспортных происшествий, загруженности улично-дорожной сети и других пространств (например, парковок и стоянок) [1].

На практике управление грузовыми перевозками обычно происходит на основе правил дорожного движения (запрещение поездок различным категориям автомобилей в определенные часы суток или на определенных улицах и дорогах). В области научных разработок, напротив, исследования посвящены применению «альтернативных перевозок» с целью уменьшения негативных последствий от транспортных средств (ТС).

Новый научный подход, позволяющий развивать и расширять знания о современных методах организации и управления городскими грузовыми перевозками, называется «городской логистикой». Городская логистика, по сути, как новая функциональная область этой науки, направлена на достижение максимальных суммарных (общих) положительных результатов для всех участников транспортного процесса, в числе которых жители и административно-управленческий аппарат города, коммерческие компании, транспортно-экспедиционные предприятия и т. д.

Таким решением является многовидовая автомобильно-железнодорожная схема организации перевозок с городскими распределительными центрами (ГРЦ). Ее содержание ранее было подробно описано в научных работах [1–3], поэтому в текущей статье оно не приводится. На рис. 1 представлена иллюстрация технологии из [1–3], а на рис. 2 – пример организации таких перевозок на реальном географическом объекте.

Актуальность упомянутой темы подтверждается тем, что ряд отечественных и зарубежных авторов (например, Б. У. Сыздыкбаева, А. Ю. Тюрин, Э. Р. Айтбагина, О. А. Лебедева, М. К. Роженко, М. Mepparambath, L. Cheah, С. Courcoubetis, М. D. Simoni, Е. Nathanail, М. Gogas, S. S. Isa, М. Roca-Riu, К. Chwesiuk и другие) независимо друг от друга изучали целесообразность создания ГРЦ в городах разных стран. Исследовались вопросы выбора мест размещения ГРЦ, экономических аспектов их функционирования, технических и технологических проблем их создания, а также управления.

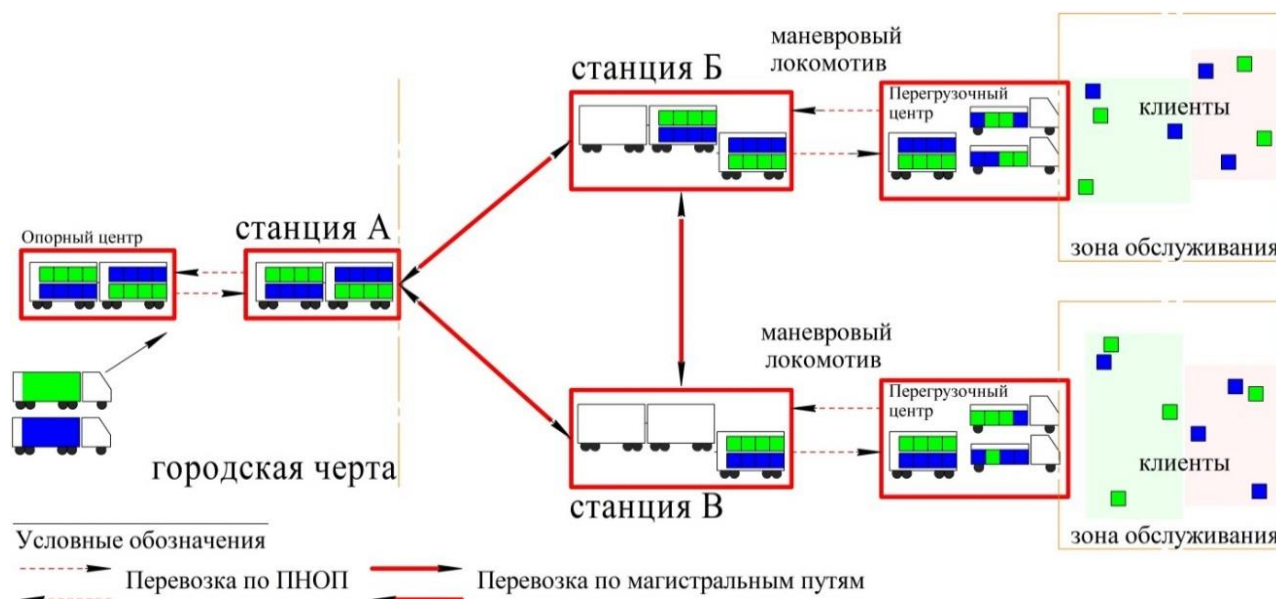


Рис. 1. Схема организации многовидовых перевозок с ГРЦ



Рис. 2. Схема примера организации перевозок с ГРЦ

Ожидается, что функционирование ГРЦ позволит консолидировать несколько партий грузов разных клиентов в рамках одной доставки и, соответственно, уменьшать количество ТС в общем трафике и их суммарный пробег в отдельных районах города [2]. На рис. 1 и 2 партии грузов разных клиентов изображены синим и зеленым цветами.

Такое сокращение общего числа транспорта достигается за счет повышения так называемого «уровня консолидации» – путем объединения большего числа партий грузов в одном автомобиле, нежели до создания ГРЦ. Сокращение общего пробега ТС обуславливается повышением «уровня участия» клиентов в новой технологии. Это означает, что на величину пробега ТС оказывает влияние не только число перевозимых партий грузов, но и их принадлежность и, соответственно, адрес (пункт) назначения. За счет более близкого расположения разных клиентов (магазинов, предприятий и т. д.) сокращается протяженность маршрутов доставки, нежели до создания ГРЦ.

В ранее опубликованных работах также было определено, что для большего сокращения числа автомобилей необходимо перераспределять входящие в город грузопотоки на другие виды транспорта [3, 4], например, заменить «тяжелые» ТС вагонами. При этом интеграция железнодорожного

транспорта в городскую среду агломерации должна обеспечивать конкурентоспособное время перевозки, однако при существующем порядке развоза грузов нормативный срок доставки в железнодорожном узле составит трое суток.

Известны разные примеры использования рельсового транспорта в городах: например, специальный грузовой трамвай или совмещение пассажирских и грузовых вагонов трамвая, метро. В статье [2] предложен новый способ развоза грузов, обеспечивающий сокращение технологического срока доставки. Он основывается на рациональном использовании имеющихся ресурсов владельца инфраструктуры и заключается «в применении станционного или диспетчерского локомотива для передачи груженых и порожних вагонов между станциями, на базе которых созданы ГРЦ» (см. рис. 1). В [2] речь идет об использовании маневрового локомотива или нескольких локомотивов в работе на перегонах. Такой способ не противоречит Инструктивным указаниям по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД».

В реальных условиях должно выполняться следующее:

1) железнодорожные станции должны иметь соответствующую оснащенность для выполнения необходимых коммерческих операций с вагонами, в том числе на путях необщего пользования (ПНОП);

2) загрузка используемых локомотивов должна обеспечивать их использование в дополнительном внутриузловом движении;

3) резерв пропускной способности используемых железнодорожных перегонов должен позволять пропустить дополнительное число поездов или пар поездов с требуемой приоритетностью.

В рамках технологии [2], изображенной на рис. 1, необходимо определять величину цен на предложенный способ (услугу) развоза грузов по железнодорожным путям. Однако вопрос формирования допустимого договорного тарифа не рассматривался ранее. Поэтому целью настоящей статьи является определение экономически обоснованных условий применения железнодорожного транспорта в городских грузовых перевозках с ГРЦ.

Методы исследования

Сопоставление значений расходов при разных вариантах организации перевозок позволит определить величину допустимого тарифа ОАО «РЖД» на новую услугу на основе клиентоориентированного подхода.

Расходы железнодорожной перевозки предложено рассчитывать в зависимости от затрат на выполнение работ по обмену вагонов на станции и по перевозке по путям общего и необщего пользования, а также учитывать вагонную составляющую тарифа. При оценке рациональных условий применения железнодорожного транспорта в описанной выше технологии должно выполняться условие:

$$C_r^{\max} + C_{rs} \leq C_a^{\max}, \quad (1)$$

где $C_{r,a}^{\max}$ – максимально рентабельная цена (железнодорожный или автомобильный транспорт соответственно), руб.;

C_{rs} – величина вагонной составляющей тарифа на железнодорожном транспорте, руб.

Слагаемое формулы (1) C_{rs} определяется количеством используемых вагонов и временем доставки. Остальные слагаемые могут рассчитываться по формуле (2):

$$C_{r,a}^{\max} = (1 + r_{r,a}) \cdot C_{r,a}, \quad (2)$$

где $r_{r,a}$ – уровень рентабельности (железнодорожный или автомобильный транспорт соответственно);

$C_{r,a}$ – общие расходы по выполнению соответствующей работы или услуги (железнодорожный или автомобильный транспорт соответственно), руб.

Тогда из условия (1) границы уровня рентабельности новой услуги ОАО «РЖД» с учетом автотранспорта можно найти по неравенству (3):

$$0 < r_r \leq \frac{C_a \cdot (1 + r_a) - C_{rs}}{C_r} - 1. \quad (3)$$

Опишем предлагаемые методики и подходы для расчета общих расходов по выполнению соответствующей работы или услуги на разных видах транспорта – C_a и C_r .

Автомобильный транспорт (методика)

Текущие уровни рыночных цен на предприятиях, оказывающих услуги в автотранспортной сфере, имеют достаточно разные диапазоны. Значительное число транспортно-экспедиционных компаний на официальных сайтах предлагают следующие схемы: сборную междугороднюю отpravку, «выделенный транспорт» (прямую помашинную отpravку) или почасовую аренду с дополнительными надбавками за работы, услуги, особые условия.

Городские и региональные автотранспортные предприятия обычно предлагают схемы почасовой оплаты из-за затрудненного движения, заторов, вынужденных частых остановок при работе на маршрутах и т. д. Именно поэтому такие тарифы не всегда корректно позволяют установить зависимость расходов эксплуатации ТС от параметров и условий перевозки, так как расходы зависят от характеристик дорожного движения.

В связи с вышесказанным величина C_a для формулы (3) может быть найдена в соответствии с подходом, изложенным в [5], и поэтому в данной статье он рассматривается в обобщенном виде.

В качестве типового грузового автомобиля, используемого для доставки грузов в городах, грузоподъемностью до 10 т, рассмотрены единицы ТС марки MAN (11,5 т и 50 м³). Выбор такого ТС обоснован наибольшей популярностью, распространенностью по данным наблюдений. Перечень исходных данных с пояснениями к подходу [5] приведен в табл. 1. Величина общих расходов C_a включает в себя сумму следующих видов затрат из табл. 1.

Таблица 1

Обобщенный вид расчета общих расходов перевозки грузов автотранспортом [5]

Затраты, руб.	Показатель	Обозначение показателя [5]	Значение	Примечание
Топливо	T_3	нормативный расход топлива на эксплуатацию автомобиля, л;	расчетное	$T_3 = (H_{100\text{км}} \cdot 0,01L + 0,01H_p \cdot P) \cdot (1 + 0,01D)$
	T_2	надбавка к расходу топлива на работу в зимнее время, л;	расчетное	$T_2 = T_3 \cdot 0,01H_m \cdot M_2 \cdot 12^{-1}$
	T_r	надбавка к расходу топлива на внутригаражные и технические нужды, л;	расчетное	$T_r = 0,01 \cdot (T_3 + T_2)$
	$H_{100\text{км}}$	базовая норма расхода топлива на 100 км пробега автомобиля, л;	22,0	в соответствии с [6]
	L	пробег автомобилей при выполнении перевозки, км;	расчетное	переменная величина – см. рис. 1
	H_p	дополнительная линейная норма на работу, л/100 т·км;	0	не учитывалась для легковых грузов
	P	объем выполненной транспортной работы, т·км;	расчетное	переменная величина – см. рис. 1
	D	суммарная надбавка к линейной норме расхода топлива, %	15	город с населением 250 тыс. – 1 млн чел.
Материалы	H_2	процент дополнительного расхода топлива зимой, %;	12	для г. Новосибирска
	M_2	количество зимних месяцев в году, мес.	5,5	для г. Новосибирска
	C_t	цена топлива, руб./л	64,0	для г. Новосибирска
	$H_{СМi}$	норма эксплуатационного i -го вида материала, л/100 л или кг/100 л [6];	3,2; 0,4; 0,1; 0,01	для моторных, трансмиссионных, специальных масел и смазок
$C_{СМi}$	цена эксплуатационного i -го вида материала, руб./л или руб./кг;	700; 500; 150; 300; 50		
Ремонт	$C_{кр}$	стоимость затрат на капитальный ремонт, руб.;	расчетное	$C_{кр} = C_{кр}^a \cdot (N_{кр})^{-1} \cdot L$
	$C_{ч}$	стоимость затрат на запасные части, руб.;	расчетное	$C_{ч} = L \cdot 0,001H_{ч} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$
	C_m	стоимость затрат на материалы (ремонтные), руб.;	расчетное	$C_m = L \cdot 0,001H_m$
	$H_{ч}$	норма затрат на запасные части на 1000 км пробега, руб./1000 км;	1500	в соответствии с открытыми данными
	k_1, k_2, k_3	коэффициенты изменения затрат от условий эксплуатации, модификации автомобилей и природно-климатических условий работы соответственно	1,4; 1,15; 1,1 и 0,7; 0,97; 0,9	для $C_{ч}$ и $C_{кр}$ соответственно
	H_m	норма затрат на материалы на 1000 км пробега, руб./1000 км.	500	в соответствии с открытыми данными
	$C_{кр}^a$	стоимость капитального ремонта одного автомобиля, млн руб.;	1,5	в соответствии с открытыми данными
Восстановление шин	$N_{кр}$	нормативный межремонтный пробег автомобиля, млн км.	0,5	в соответствии с открытыми данными
	$S_{ш}$	оптовая цена одного комплекта шин, тыс. руб.;	22	в соответствии с открытыми данными
	$K_{ш}$	количество комплектов шин на автомобиле, шт.;	6	без учета запасной шины
Оплата труда	$H_{ш}$	норма отчислений на восстановление и ремонт одного комплекта шин на 1000 км пробега в процентах от стоимости, %;	1,1	в соответствии с открытыми данными
	C_v	тарифная ставка оплаты труда водителя, руб./км;	10,2	в соответствии со среднемесячной зарплатой водителя
	k_p, k_d, k_c	районный и коэффициенты дополнительных, страховых взносов соответственно	1,200; 1,102; 1,302	для г. Новосибирска
Амортизация	$C_{авт}$	цена ПС, млн руб.;	4,5	в соответствии с открытыми данными
	$H_{вос}$	норма амортизационных отчислений на восстановление автомобилей в процентах на 1000 км пробега от цены автомобиля на 1000 км пробега, %;	0,17	
Прочие		накладные расходы, прочие отчисления и платежи, тыс. руб.	33,3	ОСАГО, транспортный налог и т. д.

Расходы на топливо (бензин, дизельное топливо):

$$C_T = C_T (T_3 + T_2 + T_r). \quad (4)$$

Расход смазочных эксплуатационных материалов i -го вида:

$$C_{\text{СМ}i} = C_{\text{СМ}i} (0,01H_{\text{СМ}i} \cdot (T_3 + T_3 + T_r)) \quad (5)$$

Расходы в ремонтный фонд по всем видам ремонта:

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{кр}} + C_{\text{зч}} + C_{\text{м}} \quad (6)$$

Расходы на автомобильные шины:

$$C_{\text{ш}} = S_{\text{ш}} \cdot K_{\text{ш}} \cdot L \cdot 10^{-5} \cdot H_{\text{ш}} \quad (7)$$

Расходы на оплату труда работников-водителей:

$$C_3 = C_{\text{в}} \cdot k_{\text{р}} \cdot k_{\text{д}} \cdot k_{\text{с}} \quad (8)$$

Амортизационные отчисления на восстановление транспорта:

$$A_{\text{вос}} = C_{\text{авт}} \cdot 10^{-5} \cdot H_{\text{вос}} \cdot L \quad (9)$$

Железнодорожный транспорт (методика)

Базовые правила применения железнодорожного транспорта в перевозках грузов на коротких расстояниях в городах определены рядом нормативных документов [7–9]. Среди них Правила исчисления сроков доставки грузов железнодорожным транспортом [7], Методические рекомендации по определению договорных тарифов на работы и услуги, выполняемые железными дорогами по просьбам грузоотправителей, грузополучателей, цены на которые не указаны в тарифном руководстве [8] и Правила применения сборов за дополнительные операции, связанные с перевозкой грузов на федеральном железнодорожном транспорте [9].

Общие расходы по выполнению городской грузовой перевозки железной дорогой предложено определять из расходов, связанных с продвижением (перевозкой) и маневровой работой:

$$C_r = \sum_{j=1}^J (C_{r,j}^{\text{пу}} + C_{r,j}^{\text{с}}) + C_r^{\text{д}} \quad (10)$$

где J – количество ГРЦ (станций), ед.;

$C_{r,j}^{\text{пу}}$ – расходы на продвижение грузопотоков по ПНОП j -го ГРЦ (станции), руб.;

$C_{r,j}^{\text{с}}$ – расходы на маневровую работу на j -й станции, руб.;

$C_r^{\text{д}}$ – расходы на продвижение грузопотоков по перегонам между J станциями.

1 Величина расходов на продвижение грузопотоков по путям необщего пользования обуславливается принятым порядком взаимодействия станции и ПНОП. Если такие пути, не принадлежащие ОАО «РЖД», обслуживает локомотив перевозчика, тогда соответствующие расходы могут быть найдены пропорционально времени занятости этого локомотива:

$$C_{r,j}^{\text{пу}} = e_{\text{м}} \cdot t_{\text{м},j}^{\text{пу}} \quad (11)$$

где $e_{\text{м}}$ – укрупненная расходная ставка за маневровый локомотиво-час, руб., 2 512,75 руб./лок.-ч;

$t_{\text{м},j}^{\text{пу}}$ – время маневровой работы локомотива j -й станции по обслуживанию ПНОП, ч.

Величина времени работы локомотива будет зависеть от установленного варианта маневрового обслуживания ГРЦ, например, от количества используемых вагонов, числа их подач на грузовой фронт, длины соединительного пути и т. д. [9]. Она определяется в соответствии с технологическими картами на подачу-уборку вагонов.

2 Величина расходов на маневровую станционную работу зависит от времени занятости локомотива выполнением операций на станциях примыкания ГРЦ:

$$C_r^c = e_m \cdot \sum_{j=1}^J t_{m,j}^c, \quad (12)$$

где $t_{m,j}^c$ – время занятости локомотива(-ов) на j -й станции, ч:

$$t_{m,j}^c = t_j^o + t_j^{\text{доп}}, \quad (13)$$

t_j^o – время на выполнение операций с вагонами, ч;

$t_j^{\text{доп}}$ – дополнительное время (перестановки с пути на путь, заезды под вагоны, возвращение в маневровый район и т. д.).

Стоит отметить, что под «станционной маневровой работой» подразумевается совокупность операции по обмену вагонов [10]. Величина t_j^o определяется по методике Норм времени на маневровые работы, выполняемые на станциях ОАО «РЖД» [11] в зависимости от количества вагонов, подлежащих отцепке, прицепке или перецепке. Величина $t_j^{\text{доп}}$ – в соответствии с типовыми технологическими процессами работы станций.

3 Величина расходов на продвижение грузопотоков по перегонам C_r^A была определена методом расходных ставок. Суть метода состоит в том, что рассчитываются зависящие от размеров движения расходы, а условно-постоянные расходы составляют долю от них (формируются установленным процентом, принятым равным 60 %). Переменные расходы являются суммой произведений расходных ставок (в статье использованы данные 2023 года) на соответствующие калькуляционные измерители. Важно отметить, что для расчета C_r^A затраты калькуляционных измерителей были определены по формулам (14)–(26), уточненным в рамках новой услуги.

В частности, для затрат и расходов, связанных с общими вагоно-километрами nS , использовались формулы:

$$R_{nS} = e_{nS} \cdot nS, \quad (14)$$

$$nS = nS_{\text{гр}}(1 + \alpha_{\text{пор}}^{\text{гр}}) = nS_{\text{гр}} + nS_{\text{пор}}, \quad (15)$$

где e_{nS} – расходная ставка, руб./ваг-км, 0,023 руб./ваг-км;

$nS_{\text{гр}}$ – вагоно-км груженого пробега;

$\alpha_{\text{пор}}^{\text{гр}}$ – отношение порожнего пробега вагонов к груженому, принято равным 0,6 в соответствии с рис. 2;

$nS_{\text{пор}}$ – вагоно-км порожнего пробега.

Затраты и расходы, связанные с тонно-километрами брутто вагонов и локомотивов $Pl_{\text{бр}}$, определялись по формулам:

$$R_{PL} = e_{PL} \cdot Pl_{\text{бр}}, \quad (16)$$

$$Pl_{\text{бр}} = Pl_{\text{бр}_в} + Pl_{\text{бр}_л}, \quad (17)$$

где e_{PL} – расходная ставка, руб./т-км, 0,021 руб./т-км;

$Pl_{\text{бр}_в}$ – тонно-километры брутто вагонов;

$Pl_{\text{бр}_л}$ – тонно-километры брутто локомотивов.

$$Pl_{\text{бр}_в} = nS \cdot \bar{p}_в = nS_{\text{гр}} \cdot p_{\text{гр}} + nS_{\text{пор}} \cdot p_{\text{пор}}, \quad (18)$$

$\bar{p}_в$ – среднее значение массы грузового вагона с учетом груженого и порожнего пробега, тонн брутто:

$$\bar{p}_в = p_{\text{пор}} \cdot \alpha_{\text{пор}}^{\text{ГР}} + p_{\text{ГР}} \cdot (1 - \alpha_{\text{пор}}^{\text{ГР}}), \quad (19)$$

где $p_{\text{пор}}$ – средняя масса порожнего вагона, т, принята равной 22 т для крутого вагона;

$p_{\text{ГР}}$ – средняя масса груженого вагона, т.

$$Pl_{\text{бп.л}} = \left(\sum_{j=1}^{J-1} l_j + l_x \right) Q_{\text{л}}, \quad (20)$$

где $Q_{\text{л}}$ – вес локомотива, т, принят равным 123 т по массе маневрового тепловоза;

l_x – вспомогательный пробег локомотива при его затребовании с другой станции, км;

l_j – пробег локомотива по j -му перегону, км.

Затраты и расходы, связанные с локомотиво-часами и бригадо-часами, определялись с учетом графика движения по формулам:

$$R_{Mt} = e_{Mt} \cdot Mt, \quad (21)$$

$$R_{Mt\text{бп}} = e_{Mt\text{бп}} \cdot Mt, \quad (22)$$

$$Mt = \sum_{j=1}^{J-1} t_{x,j} + t_x + \sum_{j=1}^J t_{п,j}, \quad (23)$$

где e_{Mt} – расходная ставка за локомотиво-часы, руб./лок.-ч, 660,81 руб./лок.-ч;

$e_{Mt\text{бп}}$ – расходная ставка за работу локомотивных бригад, руб./бриг.-ч, 1826,69 руб./бриг.-ч;

Mt – время работы, ч;

$t_{x,j}$ – норма времени хода по j -му перегону, ч;

t_x – вспомогательное время хода при затребовании локомотива с другой станции, ч;

$t_{п,j}$ – время нахождения локомотива на j -й станции (обработка состава по прибытию, отправлению, отцепка, прицепка, перецепка вагонов и т. д.), ч.

Важно отметить, что время хода – величины $t_{x,j}$ и t_x формулы (23) – зависит также от времени на разгон и замедление, от технической скорости ($v_{\text{тех}} = 52$ км/ч). Величина определялась по графику выполненного движения поездов [11].

Технологическое время обработки состава по прибытию и отправлению формирует величину $t_{п,j}$. Технология обработки состава включает в себя затраты времени на закрепление, технический и коммерческий осмотр, отцепку и прицепку локомотива, зарядку тормозной магистрали, опробование тормозов, уборку тормозных башмаков и т. д.

Расходы на топливо в рамках перевозки (продвижения грузопотоков) по перегонам путей общего пользования (для маневрового локомотива) вычислялись с учетом величины его пробега по формулам (24) и (25):

$$R_{\text{э}} = c_{\text{дт}} \cdot \text{Э}_{\text{т}}, \quad (24)$$

где $c_{\text{дт}}$ – стоимость топлива, руб./кг;

$\text{Э}_{\text{т}}$ – расход топлива, кг:

$$\text{Э}_{\text{т}} = \left(\sum_{j=1}^{J-1} l + l_x \right) H_{\text{э}}, \quad (25)$$

где $H_{\text{э}}$ – средняя норма расхода дизельного топлива на тягу поездов, кг/100 км, принята равной 86,1 кг/100 км.

Расчет затрат и расходов, приходящихся на отправленные вагоны, выполнен по формуле:

$$R_{\text{в}} = e_{\text{в}} \cdot n_{\text{о}}, \quad (26)$$

где $e_{\text{в}}$ – расходная ставка на один отправленный вагон, руб./ваг., принята равной 333,18 руб./ваг;
 $n_{\text{о}}$ – количество отправленных вагонов, ваг.

$$C_r^{\text{д}} = R_{\text{нс}} + R_{\text{пл}} + R_{\text{мт}} + R_{\text{мт6п}} + R_{\text{з}} + R_{\text{в}}. \quad (27)$$

Результаты

В статье экономическое обоснование рациональных вариантов организации перевозок выполнено графическим способом. На рис. 3 приведены примеры расчетов для разного числа перевозимых грузовых мест (например, транспортных пакетов генеральных грузов).

Приняты значения вместимости условного вагона – 40 грузовых мест, а автомобиля – 20 мест, на основе этого с учетом времени оборота определен необходимый парк вагонов и автомобилей, а также вагонная составляющая тарифа (расходы на аренду).

Рациональное расстояние перевозки железнодорожным транспортом между ГРЦ, полученное на рис. 3, с учетом равенства расходов формулы (1), составило свыше 70 км (рис. 3, а) и 75 км (рис. 3, б) соответственно для перевозимых партий 600 и 400 грузовых мест соответственно. На рис. 3 – это точки пересечения графиков расходов.

С помощью неравенства (3) для расстояний, полученных на рис. 3, рассчитаны диапазоны изменения доходной ставки и уровня рентабельности услуги r_r (табл. 2).

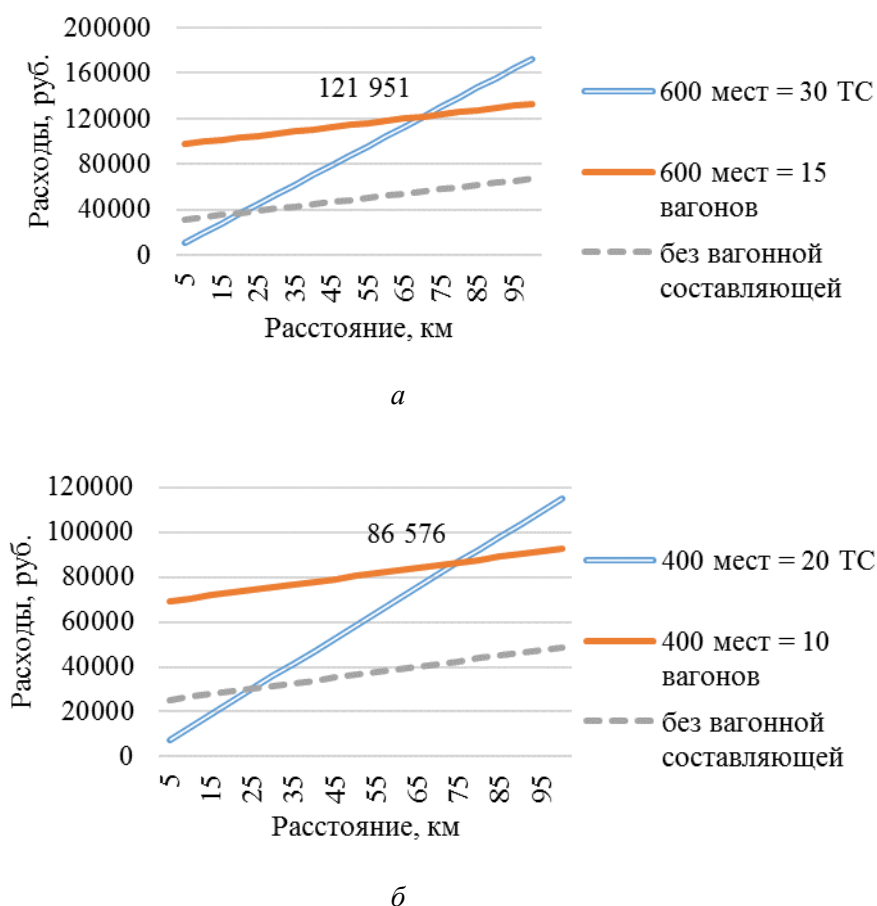


Рис. 3. Сопоставление расходов на перевозку:
 а – 600 грузовых мест; б – 400 грузовых мест

Таблица 2

Условия рационального использования железнодорожного транспорта

Число мест, ед.	Рациональное расстояние, км	Диапазон доходной ставки, руб./т	Диапазон уровня рентабельности, %
600	70–100	186–356	0–59
400	75–100	214–356	0–46

Обсуждение результатов

Приведенные результаты являются иллюстративным примером использования методики расчета и определения рациональных условий применения железнодорожного транспорта в грузовых перевозках с ГРЦ (см. рис. 3). С помощью формул (1)–(27) можно учитывать абсолютно разные исходные данные и получать результаты для отличающихся условий реализации перевозок, причем с использованием стандартных программ работы с таблицами (например, MS Excel). Поставленная задача может быть решена графически или аналитически. Предложенная методика отличается простой, поэтому может быть применена на практике.

При выполнении последующих расчетов были сделаны следующие выводы.

1 Доля вагонной составляющей $C_{гс}$ в железнодорожном тарифе меняется обратно пропорционально расстоянию перевозок и прямо пропорционально количеству перевозимых грузовых мест.

Кроме того, величина $C_{гс}$ существенно влияет на рациональное расстояние перевозок новым способом. Так, в рассматриваемом примере (см. рис. 3) арендная ставка принята равной 2200 руб./сут., а оборот вагонов – 2 сут. При уменьшении размера расходов на аренду подвижного состава, например, в два раза для 600 грузовых мест минимальное рациональное расстояние перевозки сократится с 70 до 45 км; доля вагонной составляющей тарифа снизится с 52 до 35 %. Такое возможно при уменьшении арендной ставки или оборота вагонов и, соответственно, их потребного парка.

2 Рекомендуемая доходная ставка и уровень рентабельности железнодорожных перевозок в рамках новой услуги растут с увеличением расстояния и количества перевозимых мест. С ростом объема грузов точка пересечения графиков смещается в сторону уменьшения расстояния – в начало осей координат. Это говорит о возможности задействования железнодорожного транспорта для развоза грузов на относительно коротких расстояниях между объектами, генерирующими грузопоток, достаточной мощности, например между ГРЦ в крупных городах и агломерациях.

В заключение отметим, что полученные результаты свидетельствуют о перспективности новых идей по совершенствованию технологии организации грузовых перевозок в крупных городах за ГРЦ в условиях взаимодействия автомобильного и железнодорожного видов транспорта. В статье были определены условия практического использования такого нетрадиционного подхода.

Список литературы

- 1 Псеровская, Е. Д. Формализация подхода к оценке целесообразности организации городских распределительных центров / Е. Д. Псеровская, А. П. Грешенштейн // Недропользование и транспортные системы. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 4–11. – ISSN 2949-0952.
- 2 Псеровская, Е. Д. Городская логистика в условиях взаимодействия видов транспорта / Е. Д. Псеровская, А. П. Грешенштейн // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2023. – № 2 (9). – С. 49–54. – ISSN 2712-9195.
- 3 Теоретические аспекты организации перевозок с использованием железнодорожного транспорта на примере Новосибирска / А. П. Грешенштейн, Е. В. Грешенштейн, К. В. Желдак, С. Н. Павлов // Вестник Ростовского государственного университета путей со-

References

- 1 Pserovskaya, E. D. An algorithmic approach to assessing the feasibility of the urban consolidation centers development / E. D. Pserovskaya, A. P. Grefenshteyn // Subsurface Management and Transportation Systems. – 2023. – Vol. 13, No. 1. – P. 4–11. – ISSN 2949-0952.
- 2 Pserovskaya, E. D. Urban logistics in terms of interaction of modes of transport / E. D. Pserovskaya, A. P. Grefenshteyn // Fundamental and Applied Transport Issues. – 2023. – No. 2 (9). – P. 49–54. – ISSN 2712-9195.
- 3 Theoretical aspects of organizing railway transportation: a case study of Novosibirsk / A. P. Grefenshteyn, E. V. Grefenshteyn, K. V. Zheldak, S. N. Pavlov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 1 (85). – P. 54–63. –

общения. – 2022. – № 1 (85). – С. 54–63. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_1_54.

4 **Грефенштейн, А. П.** Обоснование целесообразности создания распределительного центра в условиях взаимодействия разных видов транспорта / А. П. Грефенштейн // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1 (60). – С. 68–75. – ISSN 1815-9265.

5 **Грефенштейн, А. П.** Рациональные варианты организации курьерской доставки грузовых отправок / А. П. Грефенштейн, И. Н. Кагадий // Вестник транспорта Поволжья. – 2023. – № 6 (102). – С. 46–54. – ISSN 1997-0722.

6 Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте : издание официальное : утверждено Распоряжением Минтранса России от 14.03.2008 N AM-23-р (ред. от 20.09.2018) «О введении в действие методических рекомендаций».

7 Правила исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом : издание официальное : утверждено Приказом Министерства Транспорта Российской Федерации от 07.08.2015 № 245.

8 Об утверждении методических рекомендаций по определению договорных тарифов на работы и услуги, выполняемые железными дорогами по просьбам грузоотправителей, грузополучателей, цены на которые не указаны в тарифном руководстве : издание официальное : утверждено Указанием Министерства Путей сообщения Российской Федерации от 21.12.2001 № И-1947у.

9 Тарифное руководство № 3. Правила применения сборов за дополнительные операции, связанные с перевозкой грузов на федеральном железнодорожном транспорте : издание официальное : утверждено Постановлением Федеральной энергетической комиссии Российской Федерации от 19.06.2002 № 35/15.

10 **Ким, А. С.** Пути совершенствования услуги по ускорению доставки грузов железнодорожным транспортом / А. С. Ким // Молодежная наука : Труды XXIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции. В 4 т. / Редколлегия : В. С. Ратушняк (отв. ред.) [и др.]. – Т. 2. – Красноярск : Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», 2020. – С. 79–83. – ISBN 978-5-903293-60-5.

11 Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на станциях ОАО «РЖД». – Москва : Техинформ, 2007. – 98 с.

DOI 10.46973/0201-727X_2022_1_54.

4 **Grefenshteyn, A. P.** Justification of urban consolidation centre expediency with interaction transport modes / A. P. Grefenshteyn // The Siberian State Transport University Bulletin. – 2022. – No. 1 (60). – P. 68–75. – ISSN 1815-9265.

5 **Grefenshteyn, A. P.** Rational options for organizing courier delivery of cargo / A. P. Grefenshteyn, I. N. Kagadiy // Vestnik transporta Povolzhya. – 2023. – No. 6 (102). – P. 46–54. – ISSN 1997-0722.

6 Consumption standards for fuels and lubricants in road transport: official publication: approved by Order of the Ministry of Transport of Russia dated 14.03.2008 N AM-23-r (as amended on 20.09.2018) «On the implementation of methodological recommendations».

7 Rules for calculating delivery times for goods and empty freight cars by rail: official publication: approved by Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 07.08.2015 No. 245.

8 On approval of methodological recommendations for determining contractual tariffs for work and services performed by railways at the request of shippers, consignees, prices for which are not indicated in the tariff manual : official publication : approved by Instruction of the Ministry of Railways of the Russian Federation dated 21.12.2001 No. I-1947u.

9 Tariff Guide No. 3. Rules for the application of fees for additional operations related to the transportation of goods on federal railway transport: official publication: approved by Resolution of the FEC of the Russian Federation of 19.06.2002 No. 35/15.

10 **Kim, A. S.** Ways to improve services for accelerating the delivery of goods by rail / A. S. Kim // Youth Science : Proceedings of the XXIV All-Russian Student Scientific and Practical Conference. In 4 Vol. / Editorial Board : V. S. Ratushnyak (responsible editor) [at al.]. – Vol. 2. – Krasnoyarsk : Krasnoyarsk Rail Transport Institute – branch of the federal state budgetary educational institution of higher education «Irkutsk State Transport University», 2020. – P. 79–83. – ISBN 978-5-903293-60-5.

11 Time standards for shunting work performed at stations of JSC Russian Railways. – Moscow : Tekhinform, 2007. – 98 p.

12 Формирование узловых мультимодальных транспортно-логистических центров / С. Э. Ольховиков, Е. А. Петренева, И. Н. Кагадий, О. Б. Шерстобитова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1 (89). – С. 106–118. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_106.

12 Formation of junction multimodal transport and logistics centers / S. E. Olkhovikov, E. A. Petreneva, I. N. Kagadiy, O. B. Sherstobitova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 1 (89). – P. 106–118. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_1_106.

A. P. Grefenshteyn

CONDITIONS FOR THE USE OF RAILWAY TRANSPORT IN URBAN FREIGHT TRANSPORTATION

Abstract. The paper describes the transport and economic content of the approach to the formation of a negotiated tariff for urban rail freight transportation within the framework of the concept of consolidation centers. It is proposed to determine the tariff for the new service taking into account the prices of competing motor transport enterprises for various volumes of cargo required for transportation over distances within the agglomeration of a large city.

Using the proposed approach, the costs of transporting goods in cars and wagons were calculated and compared, and examples of rational options for implementing transportation with urban consolidation centers were given. The results allowed us to conclude that it is possible to provide a new railway service for transportation over short distances with minimally sufficient freight traffic.

Keywords: urban consolidation center, urban transportation, motor transport, railway transport, large city, agglomeration.

For citation: Grefenshteyn, A. P. Conditions for the use of railway transport in urban freight transportation / A. P. Grefenshteyn // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 132–142. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_2_132.

Сведения об авторах

Грефенштейн Анна Павловна

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),
кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: anna020295@mail.ru

Information about the authors

Grefenshteyn Anna Pavlovna

Siberian State Transport University (STU),
Chair «Logistics, Commercial Work and Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: anna020295@mail.ru