

## Выводы

1. Устройства автоматического опорожнения водяной системы позволяет повысить надежность тепловозов, работающих в тяжелых климатических условиях.

2. Применение предложенного устройства на тепловозах позволяет выполнить график движения перевозок и гарантированно защи-

щает трубопровод водяной системы локомотива от замерзания без участия человека.

## Библиографический список

1. Патент на изобретение RU № 2037605, E03B7/10, 19.06.1995.

2. Патент на изобретение RU № 2343247, E03B7/10, 12.04.2007.

УДК 656

**О. Б. Маликов, И. Ю. Согрин**

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Грузы могут доставляться железнодорожным транспортом различными способами: в маршрутных поездах, групповыми, повагонными и мелкими отправлениями, в различных контейнерах. При организации грузопотоков на основе принципов деловой логистики специалистам – представителям компаний грузовладельцев – приходится выбирать и обосновывать один из этих способов как наиболее эффективный. Однако для сотрудников, не работающих на железнодорожном транспорте, расчеты провозных плат представляют трудновыполнимую задачу. В статье приведены результаты исследований, позволяющие обоснованно выбрать наиболее эффективные способы перевозок, не выполняя подробных расчетов по всем конкурентоспособным вариантам доставки грузов железнодорожным транспортом.

железнодорожный транспорт, тарифы, перевозки, вагоны, контейнеры, повагонная отправка.

## Введение

Перед сотрудниками грузовладельца или экспедиторской компании, которые планируют организацию перевозок, стоит сложная задача выбрать обоснованно один из способов доставки грузов, определив его стоимость и технические параметры технологий и условий перевозок. Даже если не принимать во внимание автомобильный вид транспорта, а выбрать только железнодорожный, приходится выполнять сложные и трудоемкие расчеты по 9–10 вариантам:

- групповая повагонная отправка;
- маршрутная отправка в крытых вагонах;
- маршрутная отправка в контейнерах;
- контейнерная отправка в 20-футовых контейнерах;
- контейнерная отправка в 40-футовых контейнерах;
- отправка в контейнерах инвентарного парка РЖД;
- отправка в контейнерах оператора-экспедиторской компании;
- контейнерная отправка на фитинговых платформах разных типов;

- контейнерная отправка полными и неполными комплектами на вагон;
- мелкая отправка в крытых вагонах и т. д. [1].

Известно, что определение провозной платы основано на использовании Тарифного руководства [2], включающего десяток книг, частей и разделов и позволяющего рассчитать провозную плату с точностью до 1 рубля. Однако для технико-экономического обоснования и выбора способа перевозок железнодорожным транспортом не требуется такая точность расчетов: достаточно определить порядок величин стоимости перевозок по вариантам и сравнить их между собой [3]. Специалистам по логистике, не знакомым с железнодорожным транспортом и с тарифными руководствами, невозможно выполнить эти расчеты и обоснованно выбрать способ перевозки грузов.

В таких случаях могут быть применены приближенные методы определения провозной платы для основных способов доставки грузов железнодорожным транспортом, которые рассматриваются в этой статье.

## 1 Стоимость доставки грузов в крытых вагонах

Стоимость перевозки 1 тонны грузов повагонными отправлениями определялась по формуле (руб/т):

$$c = \frac{C_1(L)}{q_B}, \quad (1)$$

где  $C_1(L)$  – провозная плата за вагон, по [2], зависящая от расстояния перевозки  $L$  в соответствии с тарифной схемой И1, руб/вагон;  $q_B$  – нагрузка вагона, т/вагон.

Результаты исследований для нагрузки вагонов 10–40 т приведены в табл. 1 и на рисунке.

Анализ графиков (см. рис.) показывает, что графики функции  $C(L)$  представляют собой не прямые линии (хотя и близки к прямым), а кривые с незначительной выпуклостью вверх.

Были выведены формулы, аппроксимирующие эти линии графиков функции  $C_1(L)$  кусочно-линейными функциями по участкам железнодорожной сети длиной 520–800 км (расстояния примерно с одной промежуточной технической станцией) [3].

Эти зависимости выведены в соответствии с правилами аналитической геометрии на плоскости, по которым формула линейной функции  $y = f(x)$ , соединяющей две точки с координатами  $A_1(x_1, y_1)$  и  $A_2(x_2, y_2)$ , определяется из выражения:

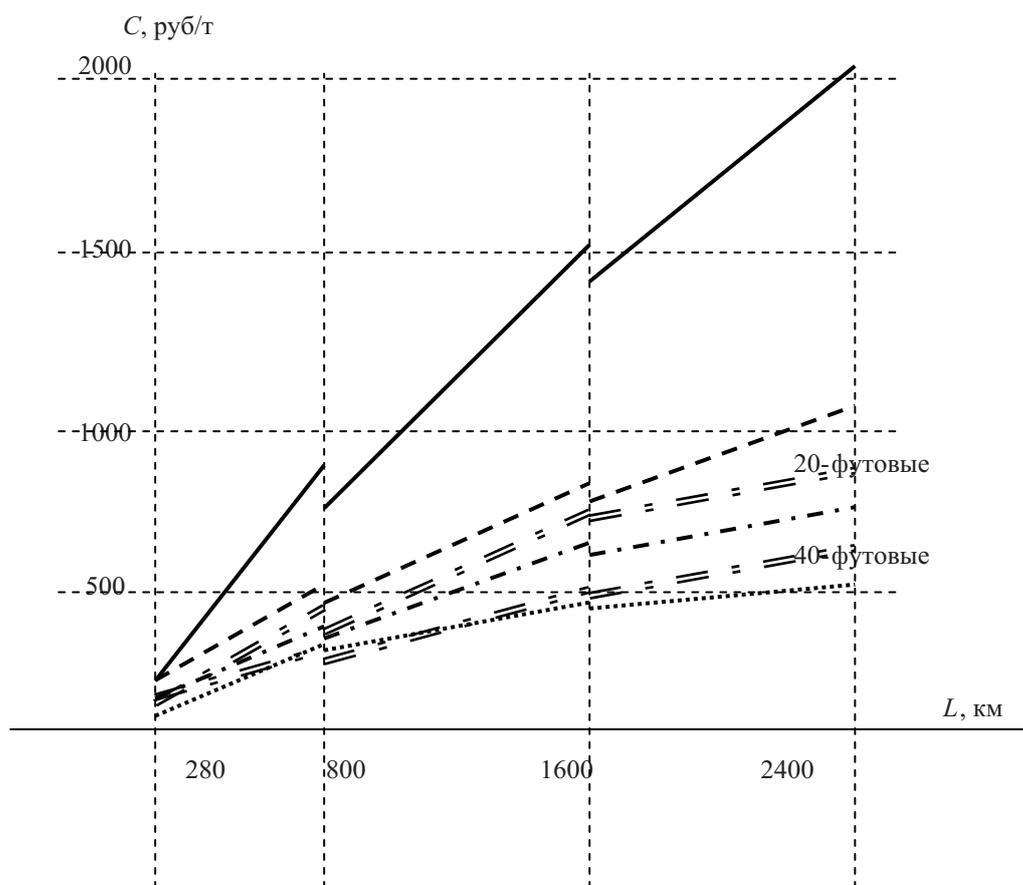
$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}. \quad (2)$$

Решая это уравнение относительно  $y$ , получаем:

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot x + \frac{y_1(x - x_1) - x_1(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1}. \quad (3)$$

ТАБЛИЦА 1. Стоимость перевозки 1 тонны груза в крытых вагонах РЖД повагонными отправлениями [2]

Нагрузка вагона $q, \text{ т}$	Расстояния перевозок							
	280 км		800 км		1600 км		2400 км	
	$C_1(L)$	$C$	$C_1(L)$	$C$	$C_1(L)$	$C$	$C_1(L)$	$C$
10 т	4734	473	8924	892	14 843	1484	20 211	2021
20 т	4838	242	9195	460	15 351	768	20 934	1047
30 т	4942	165	9467	316	15 859	529	21 658	722
40 т	5046	126	9739	243	16 367	409	22 379	560



Зависимости стоимости перевозки штучных грузов  $C$  повагонными отправлениями при загрузке вагона 10 т (—), 20 т (· - · - ·), 30 т (- - - - -) и 40 т (· · · · ·) и контейнерных перевозок (≡ ≡ ≡ ≡ ≡) от расстояния перевозок  $L$

Используя эту общую формулу, выводим формулы для отдельных рассматриваемых участков расстояний перевозок грузов кусочно-линейных функций стоимости перевозок 1 т грузов (в руб), которые имеют следующий вид:

для расстояний перевозки  $L$  – [280, 800]:

$$C = 0,419 L + 125; \quad (4)$$

для расстояний перевозки  $L$  – [800, 1600]:

$$C = 0,385 L + 152; \quad (5)$$

для расстояний перевозки  $L$  – [1600, 2400]:

$$C = 0,349 L + 210. \quad (6)$$

Анализ показывает, что с увеличением расстояния перевозок коэффициент перед переменной  $L$  уменьшается, а свободный член увеличивается. Эта закономерность обуславливает небольшую выпуклость кривой  $C(L)$  вверх.

## 2 Контейнерные перевозки

Провозная плата за контейнерные перевозки определяется по Тарифному руководству (часть 1, пункт 2.11, стр. 23 и приложение 5, таблица 10, стр. 92) с коэффициентом 0,8 для крупнотоннажных контейнеров по тарифным схемам 88 для 20-футовых контейнеров и 89 – для 40-футовых контейнеров [2].

Стоимость перевозок 1 тонны грузов контейнерными отправлениями определялась по формуле (руб/т):

$$C_k = \frac{C_2(L)}{q_k}, \quad (7)$$

где  $C_2(L)$  – провозная плата за контейнер, по Тарифному руководству 1, зависящая от расстояния перевозки  $L$ , руб/конт., в соответствии с тарифными схемами 88 для 20-футового контейнера и 89 – для 40-футового контейнера, руб/конт. [2];  $q_k$  – нагрузка контейнера, т/конт. (12 т для 20-футовых контейнеров и 24 т – для 40-футовых контейнеров).

Результаты исследований приведены в табл. 2 и на рисунке.

Анализ графиков (см. рис.) показывает, что графики функции  $C_2(L)$  для крупнотоннажных контейнеров представляют собой не прямые линии (хотя и близки к прямым), а кривые с незначительной выпуклостью вверх.

Были выведены формулы, аппроксимирующие эти линии графиков функции  $C_2(L)$  кусочно-линейными функциями по участкам длиной 520–800 км (расстояние примерно с одной промежуточной технической станцией).

Для этого была использована общая формула (3), построенная на основании общих правил аналитической геометрии на плоскости и выведенная для условий перевозок штучных грузов в крытых вагонах.

Для контейнерных перевозок грузов вид этих кусочно-линейных функций стоимости перевозок 1 т грузов (в руб) для тех же интервалов расстояний перевозок показан в табл. 3.

Обращает на себя внимание то, что угловые коэффициенты линейных функций для 20-футовых и 40-футовых контейнеров одинаковые для одних и тех же расстояний перевозок этих контейнеров, а свободные члены в этих функциях меньше при перевозках в более крупных 40-футовых контейнерах. Это показывает, что линейные функции, отображающие стоимость перевозок в контейнерах разных типов, параллельны друг другу и разница в стоимости перевозок в 20-футовых и 40-футовых контейнерах зависит не от расстояния перевозок, а от дополнительных затрат железнодорожного транспорта на эти перевозки.

С увеличением расстояния перевозок коэффициент перед переменной  $L$  уменьшается, а свободный член увеличивается. Эта закономерность обуславливает небольшую выпуклость кривой  $C_2(L)$  вверх и прибли-

ТАБЛИЦА 2. Стоимость перевозки 1 тонны груза в крупнотоннажных контейнерах общего парка РЖД [2]

Нагрузка контейнера $q_k$ , т	Расстояния перевозок							
	280 км		800 км		1600 км		2400 км	
	$C_2(L)$	$C_k$	$C_2(L)$	$C_k$	$C_2(L)$	$C_k$	$C_2(L)$	$C_k$
20-футового 12 т	3121,3	260	4585,3	382	6653,4	554	8529,1	711
40-футового 24 т	4908,9	205	7836,9	327	11 973,0	499	15 724,6	655

ТАБЛИЦА 3. Кусочно-линейные функции стоимости перевозок 1 т грузов  $C_2(L)$  в крупнотоннажных контейнерах, руб/т

Тип контейнеров	Функция $C_2(L)$ для интервалов расстояний перевозок:		
	280–800 км	800–1600 км	1600–2400 км
20-футовые	$C_2(L) = 0,235L + 194$	$C_2(L) = 0,215L + 210$	$C_2(L) = 0,195L + 240$
40-футовые	$C_2(L) = 0,235L + 139$	$C_2(L) = 0,215L + 155$	$C_2(L) = 0,195L + 187$

жение ее линии к параллельной оси абсцисс линии при расстояниях больших расстояний перевозок (5–7 тыс. км).

### 3 Проверка результатов исследования

Была выполнена проверка результатов исследования на предмет отклонения полученных по ним результатов от данных о стоимости перевозок в Прейскуранте 10-01 [2], ее результаты приведены в табл. 4.

По повагонным отправкам в крытых вагонах проверка была проведена для загрузки вагона 20 т (как обычно бывает для большинства тарно-штучных грузов), а по контейнерным перевозкам – для 40-футовых контейнеров.

Как показали результаты сравнения, приведенные в табл. 3, отклонение стоимости перевозок повагонными отправлениями и в контейнерах, полученные по предлагаемым формулам, от нормативных данных по Прейскуранту 10-01 получаются незначительные – от 0,4 до 1,4%. Таким образом, приведенные в статье формулы вполне могут

быть рекомендованы для использования при технико-экономических обоснованиях выбора способа перевозок грузов в логистических цепях доставки.

### Заключение

Выполненные расчеты и исследования стоимости перевозок штучных грузов железнодорожным транспортом разными способами позволяют сделать следующие выводы:

1. Контейнерные перевозки грузов почти всегда выгоднее для грузовладельцев по сравнению с перевозками в крытых вагонах.

2. Перевозки в 40-футовых контейнерах дешевле по сравнению с перевозками в 20-футовых контейнерах.

3. Выведенные в этой статье формулы могут быть использованы для обоснования способа и технологии перевозок грузов без обращения к сложным расчетам по тарифным руководствам.

4. Тарифные руководства [2] могут быть использованы только для окончательных

ТАБЛИЦА 4. Проверка результатов расчетов стоимости перевозок по выведенным формулам и по Прейскуранту 10-01 [2]

Показатели	Расстояния перевозок		
	540 км	1200 км	2000 км
Повагонные отправки при нагрузке вагона 20 т			
Стоимость по Прейскуранту, руб:			
– в расчете на вагон	7071	12 413	18 248
– за 1 тонну груза	353	623	912
Стоимость по формулам в расчете на 1 тонну	351	614	908
Относительная разница стоимостей	0,6%	1,4%	0,4%
Перевозка в 40-футовых контейнерах при нагрузке 24 т			
Стоимость по Прейскуранту, с $k = 0,8$ , руб:			
– в расчете на контейнер	6409,2	10 032,3	13 919,8
– за 1 тонну груза	267	418	580
Стоимость по формулам в расчете на 1 тонну	266	413	577
Относительная разница стоимостей	0,4%	1,2%	0,5%

точных расчетов провозной платы при заключении договора перевозок грузов железнодорожным транспортом.

### Библиографический список

1. **Тарифы** на перевозки грузов // О. А. Копина, В. Н. Кустов, А. А. Семеркин, Т. Г. Сергеева. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2004. – С. 80.

2. **Прейскурант 10-01**. Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые российскими железными дорогами. Тарифное руководство 1, Ч. 1 и 2. – Москва : Бизнеспроект, 2003. – Ч. 1. – 160 с. ; Ч. 2. – 464 с.

3. **Управление** грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте / ред. А. А. Смехова. – Москва : Транспорт, 1990. – С. 351.

УДК 621.87

### А. С. Хрущёв, М. С. Яшкин, Г. И. Тихомиров

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

### С. В. Орлов

ФГУП «Гознак»

## РАЗРАБОТКА НАВЕСНОГО ОТВАЛА С УЛУЧШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

Современные тенденции к повышению экономичности производственно-сервисной сферы неразрывно связаны с внедрением multifunctionальных машин, позволяющих решать широкий круг задач с использованием одного шасси.

В статье рассмотрены новейшие тенденции развития multifunctionальной техники и варианты существующего навесного оборудования, проанализированы недостатки некоторых устройств, также приведены конкретные примеры навесных устройств для модернизации техники, разработанных с применением компьютерных программ автоматизированного проектирования машин и механизмов.

Результаты работы позволяют оценивать производственные возможности рынка отечественных навесных устройств как перспективные.

multifunctionальная техника, навесное оборудование, навесные устройства, виртуальное проектирование узлов и металлоконструкций, автоматизированное проектирование.

### Введение

В настоящей статье рассматриваются примеры создания навесных устройств для отечественной и зарубежной multifunctionальной техники с использованием компьютерных программ автоматизированного проектирования машин и механизмов Компас и SolidWorks. Рассмотренные примеры являются результатом проектных работ, проводившихся по заказу фирм-производителей в Петербургском государственном Универси-

тете путей сообщения императора Александра I на кафедре «Автоматизированное проектирование». Результаты работ внедрены в производство.

### 1 Существующие образцы средств механизации работ

В условиях постоянно возрастающего уровня механизации погрузочно-разгрузоч-