

Сокращение издержек предприятия за счет повышения эффективности организации транспортной деятельности

А.Д. Кузнецова^a, О.А. Немчинов^b

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
ул. Московское шоссе, 34, Самара, Россия

^a arinaD.Kuznetsova@yandex.ru, ^b nemchinoff-samara@yandex.ru

^a <http://orcid.org/0009-0002-7117-8810>, ^b <http://orcid.org/0000-0002-9624-7264>

Статья поступила 18.02.2025, принята 04.03.2025

Данное исследование посвящено всестороннему анализу методов снижения издержек предприятия через повышение эффективности организации транспортной деятельности. Основное внимание уделено различным аспектам управления транспортными потоками, таким как выбор наиболее подходящих видов транспорта, сравнение затрат на собственные перевозки с услугами транспортного аутсорсинга, а также вопросам сотрудничества с логистическими партнерами. Анализ затрат на транспорт и логистику, выявление «узких мест» и предложение конкретных мер по их устранению являются центральными темами исследования. Эффективная организация процесса поставки сырья и материалов напрямую влияет на производственные процессы и конечную себестоимость продукции. Поэтому предприятиям важно понимать структуру своих транспортных затрат для выявления ключевых факторов, влияющих на стоимость снабжения. Работа представляет собой результат комплексного анализа, сочетающего теоретический обзор существующих подходов с конкретными примерами их применения на практике. Оптимизация процессов транспортной логистики позволяет избежать излишних запасов на складах, снижая затраты на хранение и одновременно обеспечивая своевременное поступление необходимых материалов для производства. Регулярный мониторинг и анализ структуры транспортных издержек помогает предприятию оперативно реагировать на изменения внешней среды и принимать обоснованные решения о способах доставки, выборе поставщиков и логистических партнеров. Исследование направлено на разработку практических рекомендаций, которые могут быть использованы предприятиями для значительного уменьшения транспортных затрат и улучшения общей операционной эффективности. Исследование носит прикладной характер, а работа имеет практическую ценность при внедрении данных методик в транспортную деятельность, что позволяет более точно прогнозировать будущие расходы и планировать бюджет на предприятиях.

Ключевые слова: транспортное средство; издержки; перевозки; предприятие; условия поставки.

Reducing enterprise costs by improving the efficiency of transport activities

A.D. Kuznetsova^a, O.A. Nemchinov^b

Samara National Research University; 34, Moskovskoe Shosse St., Samara, Russia

^a arinaD.Kuznetsova@yandex.ru, ^b nemchinoff-samara@yandex.ru

^a <http://orcid.org/0009-0002-7117-8810>, ^b <http://orcid.org/0000-0002-9624-7264>

Received 18.02.2025, accepted 04.03.2025

The study is devoted to a comprehensive analysis of methods for reducing enterprise costs by improving the efficiency of transportation activities. The focus is on various aspects of traffic flow management, such as choosing the most appropriate modes of transport, comparing the cost of own transportation with the services of transport outsourcing, as well as issues of cooperation with logistics partners. The analysis of transport and logistics costs, the identification of "bottlenecks" and the proposal of specific measures to eliminate them are the central topics of the study. The efficient organization of the supply process of raw materials directly affects the production processes and the final cost of production. Therefore, it is important for enterprises to understand the structure of their transportation costs in order to identify the key factors affecting the cost of supply. The work is the result of a comprehensive analysis combining a theoretical overview of existing approaches with concrete examples of their application in practice. Optimization of transport logistics processes makes it possible to avoid excessive stocks in warehouses, reducing storage costs, and at the same time ensuring timely receipt of the necessary materials for production. Regular monitoring and analysis of the structure of transportation costs helps the company to respond promptly to changes in the external environment and make informed decisions about delivery methods, the choice of suppliers and logistics partners. The research aims to develop practical recommendations that can be used by enterprises to significantly reduce transportation costs and improve overall operational efficiency. The research is applied in nature, and the work has practical value in implementing these techniques in transport activities, which allows for more accurate forecasting of future costs and budget planning at enterprises.

Keywords: vehicle; payment; transportation; enterprise; delivery conditions.

Введение. Современные рыночные условия товаров не является исключением. Даже крупные предприятия, занимающие лидирующие позиции, в практически во всех сферах деятельности, производство условиях динамичного развития рынка могут

столкнуться с серьезной конкуренцией со стороны новых и более гибких организаций [1].

Сохранение конкурентоспособности на современном рынке требует от предприятий не только создания качественных товаров и услуг, но и эффективного управления внутренними процессами. Обеспечение финансовой устойчивости и рациональная организация деятельности представляют собой ключевые факторы для успешного функционирования и сохранения востребованности на рынке.

Большинство предприятий, занимающихся крупносерийным производством товаров с высоким оборотом, как правило, нуждаются в организации транспортных перевозок для обеспечения поставки необходимых комплектующих и доставки готовой продукции на рынок сбыта.

Для доставки комплектующих и развоза готовой продукции предприятию требуется рассмотреть разные варианты их транспортировки: сопоставление вариантов организации на базе предприятия транспортного хозяйства или использование услуг сторонней транспортной компании, а также определение вида и типа используемого транспортного средства [2–4].

Эффективное управление транспортными операциями является важным фактором снижения издержек для большинства предприятий. Оптимизация транспортной деятельности способствует улучшению финансового состояния организации и укреплению ее позиций на конкурентном рынке.

Описание методологии расчета. Для минимизации транспортных издержек предприятия менеджер должен производить анализ альтернативных способов перевозки запасов и готовой продукции. Существует два варианта транспортировки: собственным транспортом или привлеченным. Далее менеджер должен выбрать наименее затратный способ [5–8].

Расчет транспортных издержек при перевозке собственным транспортом производится по следующим формулам:

$$P^{СУММ\ TP} = P^{TP} + P^{Ш} + P^{ПЛ} + P^{АМОР} + P^{ЗП} + P^{СОЦ} + P^{СТР} + P^{НАЛ}, \quad (1)$$

где P^{TP} – расходы на обслуживание транспортных средств, руб.; $P^{Ш}$ – расходы на восстановление износа и ремонт шин, руб.; $P^{ПЛ}$ – расходы по системе «Платон», руб.; $P^{АМОР}$ – расходы на амортизацию, руб.; $P^{ЗП}$ – расходы на оплату труда сотрудников, руб.; $P^{СОЦ}$ – расходы на отчисления и социальные нужды, руб.; $P^{СТР}$ – расходы на страхование, руб.; $P^{НАЛ}$ – расходы на налоги, руб.

Расходы на обслуживание транспортных средств:

$$P^{TP} = P^{АТ} + P^{СМ} + P^{ТОиР}, \quad (2)$$

где $P^{АТ}$ – расходы на автомобильное топливо, руб.; $P^{СМ}$ – расходы на масла и смазки, руб.; $P^{ТОиР}$ – расходы на техническое обслуживание и ремонт, руб.

Расходы на автомобильное топливо:

$$P^{АТ} = L_{общ} \cdot \frac{Q}{100} \cdot C_T \cdot N, \quad (3)$$

где $L_{общ}$ – пробег по маршруту туда-обратно; Q – расход топлива на 100 км пробега, л; C_T – цена одного литра топлива, руб.; N – количество автомобилей, находящихся в эксплуатации.

Расходы на масла и смазки планируются как 10 % от затрат на топливо:

$$P^{СМ} = 0,1 \cdot P^{АТ} \quad (4)$$

Расходы на техническое обслуживание и ремонт автомобилей:

$$P^{ТОиР} = 0,001 \cdot (H_{зч} + H_{мат}) \cdot L_{общ} \cdot N, \quad (5)$$

где $H_{зч}$ – норма расхода на запасные части (в данном исследовании принимается равной 589 руб. на 1000 км пробега):

$$H_{зч} = \frac{L_{общ}}{1000} \cdot 589 \quad (6)$$

$H_{мат}$ – норма затрат на материалы (равна 10 % от нормы расхода на запасные части):

$$H_{мат} = 0,1 \cdot H_{зч}. \quad (7)$$

Расходы на восстановление износа и ремонт шин:

$$P^{Ш} = L_{общ} \cdot N \cdot \left(\frac{K \cdot C_{Ш}}{L_{Ш}} \right), \quad (8)$$

где K – число шин автотранспортного средства, шт.; $C_{Ш}$ – цена шины автомобиля, руб.; $L_{Ш}$ – запас хода шины автомобиля, км.

Расходы по системе «Платон». Система взимания платы «Платон» создана в целях обеспечения соблюдения установленного действующим законодательством порядка взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 т:

$$P^{ПЛ} = w \cdot L_{общ} \cdot N, \quad (9)$$

где w – ставка сбора за километр пути, руб.

Расходы на амортизацию:

$$P^{АМОР} = \left(C^{ТС} \cdot \frac{1}{365 \cdot C^{ПИ}} \cdot t_{рт} \right) \cdot N, \quad (10)$$

где $C^{ТС}$ – первоначальная стоимость транспортного средства (ТС); $C^{ПИ}$ – срок полезного использования ТС, лет; $t_{рт}$ – время работы транспортного средства (в данном исследовании для возможности сопоставления

транспортных расходов для разных вариантов транспортного обеспечения предприятия в расчете учитывается только время работы транспортного средства на заданном маршруте при выполнении обратного рейса).

Расходы на оплату труда персонала:

$$P_{ЗП} = k^{НАЧ} \cdot \sum_{n=1}^l (p_{сп.н} \cdot ЗП_n), \quad (11)$$

где $k^{НАЧ}$ – коэффициент начислений на заработную плату; $p_{сп.н}$ – списочное число работников n -й категории, чел.; $ЗП_n$ – месячная заработная плата работника n -й категории.

Расходы на отчисления и социальные нужды:

$$P_{СОЦ} = \frac{\lambda_{стр}}{100} \cdot P_{ЗП}, \quad (12)$$

где $\lambda_{стр}$ – страховые взносы в фонды (30 %).

Расходы на страховку ТС. Стоимость страховки в год ($P_{год}^{СТР}$) определяется страховой компанией:

$$P_{СТР} = \frac{P_{год}^{СТР}}{365} \cdot t_{пр}, \quad (13)$$

Расходы на выплату налогов: выплачивается налог за владение ТС юридическим лицом:

$$P_{НАЛ} = \frac{M \cdot C_{лс}}{365} \cdot t_{пр}, \quad (14)$$

где M – мощность двигателя, л.с.; $C_{лс}$ – ставка на одну л.с., руб.

Предприятие может обратиться для осуществления перевозки к транспортной компании. Стоимость одной поставки формируется на основе расстояния перевозки и грузоподъемности транспортного средства. Часто стоимость близка к стоимости перевозки собственным транспортом. Привлекательность данного варианта перевозки заключается в том, что вся ответственность за перевозочный процесс ложится на транспортную компанию. При этом можно обратиться к небольшим транспортным компаниям, которые заинтересованы в сотрудничестве. Они могут предоставить скидку своим клиентам на специализированных условиях, например, предоставление скидки на комбинированную поставку двумя ТС.

Годовые транспортные издержки при обращении к услугам транспортной компании определяются следующим образом [9–11]:

$$S_i(q) = C_{0i} \cdot \left\lceil \frac{D}{q_i} \right\rceil \rightarrow \min_{1 \leq q_i \leq q_{mi}}, \quad (15)$$

где C_{0i} – стоимость одной поставки i -ым транспортным средством, руб.; D – годовое потребление, подд.; q_i – размер заказа при поставках (оптимизируемая величина) i -ым транспортным средством, подд.; q_{mi} – максимальная грузоподъемность для i -го типа

транспортного средства, подд.; i – индекс, обозначающий транспортное средство; $\lceil \dots \rceil$ – операция взятия целого числа, округленного до ближайшего большего целого.

Для оптимального размера заказа q_{0i}^* при использовании одного ТС при поставках, учитывая грузоподъемность ТС и обращая внимание на ограничение $1 \leq q_i \leq q_{mi}$, имеет место следующее неравенство:

$$q_{0i}^* = \begin{cases} q_{mi}, & \text{если } q_{mi} \leq q_i^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{0i} \cdot D}{C_h}}, \\ q_i^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{0i} \cdot D}{C_h}} & \text{– в противном случае} \end{cases}, \quad (16)$$

где q_i^* – условный оптимальный размер заказа при поставках, если используется одно i -ое ТС и нет ограничений на его вместимость, подд.; q_{0i}^* – оптимальный размер заказа при поставках, подд.; C_h – годовые издержки хранения 1 подд., руб.

Если транспортная компания предоставляет скидку на комбинированную поставку двумя ТС, то целевая функция определяется по формулам [12–15]:

$$S_{ij}(q) = (1 - d_{ij}) \cdot (C_{0i} + C_{0j}) \cdot \left\lceil \frac{D}{Q} \right\rceil \rightarrow \min_{1 \leq Q \leq q_{mi} + q_{mj}}, \quad (17)$$

где d_{ij} – скидка на стоимость поставки при ее реализации парой ТС; i и j – индексы, обозначающие первое и второе транспортное средство при совместной поставке соответственно; Q – суммарный общий размер партии поставки, который размещен в двух ТС, подд.

Оптимальный размер заказа определим по следующей формуле:

$$q_{0ij}^*(C) = \begin{cases} (q_{mi} + q_{mj}), & \text{если } (q_{mi} + q_{mj}) \leq q_{ij}^*(C) \\ q_{ij}^*(C) & \text{– в противном случае} \end{cases}, \quad (18)$$

$$q_{ij}^*(C) = \sqrt{(1 - d_{ij}) \cdot (2 \cdot (C_{0i} + C_{0j}) \cdot D / C_h)}.$$

Пороговое значение d_{ij} для скидки должно находиться в диапазоне:

$$1 - \frac{(q_{mi} + q_{mj})^2}{(q_{ij}^*)^2} \geq d_{ij} \geq C_{ij} + \frac{(q_{mi} + q_{mj})^2}{(q_{ij}^*)^2} - \frac{q_{mi} \cdot (q_{mi} + q_{mj})}{(q_{ii}^*)^2}, \quad (19)$$

где q_{ij}^* – суммарный размер заказа при поставках двумя ТС i -го и j -го типов (нет скидки и нет ограничений на грузоподъемность), подд.; q_{ii}^* – суммарный размер заказа при поставках двумя ТС одного i -го типа (нет скидки и нет ограничений на грузоподъемность), подд.; C_{ij} – дополнительный параметр, который определяется по издержкам на поставку пары ТС (i, j) (без скидки) и ограничениям на вместимость:

$$C_{ij} = \frac{C_{0j} - C_{0i} \cdot q_{mj} / q_{mi}}{C_{0i} + C_{0j}}. \quad (20)$$

Если для оптимизируемой модели правое из неравенств в условии (19) выполняется строго, то использование таких совмещенных поставок снизит суммарные издержки на поставки и хранение. При этом каждое из указанных ТС будет загружено полностью, что обеспечивает выполнение левого из представленных неравенств. По центру – фактический размер скидки; справа – размер скидки при условии минимизации годовых издержек на поставку, слева – размер скидки при условии максимизации загрузки транспортных средств.

Пример применения методики. На примере производственного предприятия рассмотрим необходимость проведения менеджером расчетов и дальнейшего анализа полученных результатов для сокращения транспортных расходов организации.

В своей собственности организация имеет седельный тягач. За одну поставку доставляется 792 однотипные коробки, а в год нужно перевезти всего 21 882 коробки, следовательно, за год будет в среднем произведено 28 поставок. Принимаем количество дней на выполнение оборотного рейса, исходя из его протяженности, равным двум ($t_{рт}$).

В табл. 1 приведены необходимые значения величин для расчета месячных расходов на обслуживание ТС.

Далее выполнены расчеты для определения имеющихся транспортных издержек предприятия.

Расходы на обслуживание транспортных средств, включающие расходы на автомобильное топливо, на масла и смазки, а также техническое обслуживание и ремонт, определяются по формулам (2) – (7):

Таблица 1. Значения величин для расчета расходов за месяц на обслуживание транспортных средств

Величина	Значение
$L_{общ}$, км	1 680
Q , л	30
C_T , руб.	53
N , шт.	1
K , шт.	12
$C_{ш}$, руб.	24 270
$L_{ш}$, км	130 000
w , руб.	3,05
$C_{ТС}^T$, руб.	9 400 000
$C_{ПИ}$, лет	7
M , л.с.	460
$C_{лс}$, руб.	90

$$P^{AT} = 1\,680 \cdot \frac{30}{100} \cdot 53 \cdot 1 = 26\,712 \text{ руб.}$$

$$P^{CM} = 0,1 \cdot 26\,712 = 2\,671 \text{ руб.}$$

$$H_{зч} = \frac{1\,680}{1\,000} \cdot 589 = 990 \text{ руб.}$$

$$H_{мат} = 0,1 \cdot 989,52 = 99 \text{ руб.}$$

$$P^{ТОиР} = 0,001 \cdot (990 + 99) \cdot 1\,680 \cdot 1 = 1\,830 \text{ руб.}$$

$$P^{TP} = 26\,712 + 2\,671 + 1\,830 = 31\,213 \text{ руб.}$$

Расходы на восстановление износа и ремонт шин рассчитываются по формуле (8):

$$P^Ш = 1\,680 \cdot 1 \cdot \left(\frac{12 \cdot 24\,270}{130\,000} \right) = 3\,764 \text{ руб.}$$

Расходы по системе «Платон» определяются по формуле (9):

$$P^{ПЛ} = 3,05 \cdot 1\,680 \cdot 1 = 5\,124 \text{ руб.}$$

Расходы на амортизацию рассчитываются по формуле (10):

$$P^{амор} = \left(9\,400\,000 \cdot \frac{14}{365 \cdot 100} \cdot 2 \right) \cdot 1 = 7\,211 \text{ руб.}$$

Штат сотрудников и их заработная плата представлены в табл. 2. Общие расходы на выплату заработной платы сотрудникам определяются по формуле (11).

Таблица 2. Ведомость расчета заработной платы персонала

Должность	Штатный состав, чел.	Зарплата (З/П) в месяц, руб.		
		Должностной оклад, руб.	Расчетный период, дн.	З/П за расчетный период (на всех сотрудников в п-й категории), руб.
Диспетчер	1	56 000	2	3 733
Водитель	2	65 000		8 667
Механик	1	52 000		3 467
Итого				15 867
С учетом начислений $k^{НАЧ} = 1,6$				$P^{ЗП} = 25\,387$

Расходы на социальные выплаты определяются по формуле (12):

$$P^{соц} = \frac{30}{100} \cdot 25\,387 = 7\,616 \text{ руб.}$$

Стоимость страховки в год ($P_{год}^{СТР}$) для данного автомобиля составляет примерно 50 000 рублей, в зависимости от условий страхования.

$$P^{СТР} = \frac{50\,000}{365} \cdot 2 = 274 \text{ руб.}$$

Расходы на выплату налогов рассчитываются по формуле (14):

$$P^{НАЛ} = \frac{460 \cdot 90}{365} \cdot 2 = 227 \text{ руб.}$$

Величина затрат, приходящихся на один оборотный рейс собственным транспортом, составляет:

$$P_{рейс}^{СУММ TP} = 31\,213 + 3\,764 + 5\,124 + 7\,211 + 25\,387 + 7\,616 + 274 + 227 = 80\,816 \text{ руб.}$$

$$P_{рейс, год}^{СУММ TP} = P_{рейс}^{СУММ TP} \cdot n_{рейс}$$

где $n_{рейс}$ – число рейсов в год.

$$P_{\text{рейс, год}}^{\text{СУММ ТР}} = 80\,816 \cdot 28 = 2\,262\,848 \text{ руб.}$$

Следовательно, на один рейс завоза комплектующих для обеспечения производственного процесса имеются затраты в размере 80 816 руб., а на годовую поставку приходится 2 262 848 руб.

Далее будет рассмотрен вариант пользования услугами сторонней транспортной компании.

Были проанализированы условия разных транспортных компаний, которые предоставляют услуги по транспортировке грузов по проектному маршруту. Была найдена организация, которая располагает выгодными для рассматриваемого предприятия условиями сотрудничества, в их числе предоставление скидки на совместную доставку несколькими транспортными средствами.

Из предлагаемых вариантов транспортных средств и их комбинаций необходимо выбрать наиболее выгодный, с минимальными годовыми издержками.

Транспортная компания располагает парком из шести автомобилей: Scania P-340 (2 шт.), Mercedes-benz Actros 2543 E6 (2 шт.) и Foton Ollin BJ 1093 (2 шт.).

Характеристики транспортных средств приведены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристики транспортных средств

№	Обозначение	Транспортное средство	Грузоподъемность, т	Грузовместимость, подд.
1	<i>a</i>	Scania P-340	20	33
2	<i>b</i>	Mercedes-benz Actros 2543 E6	13,7	20
3	<i>c</i>	Foton Ollin BJ 1093	6,5	12

В табл. 4 приведены сводные данные, которые необходимы для расчетов минимальных затрат на доставку и хранение.

Используя формулы (15)–(16), выполняем вычисления для предложенных транспортных средств.

Оптимальный размер заказа рассчитывается по формуле (16).

Таблица 4. Параметры модели

Показатель	Значение
<i>D</i> , подд.	912
<i>C_h</i> , руб.	12 803
<i>C_{0a}</i> , руб.	75 600
<i>C_{0b}</i> , руб.	46 200
<i>C_{0c}</i> , руб.	37 800
<i>q_{ma}</i> , подд.	33
<i>q_{mb}</i> , подд.	20
<i>q_{mc}</i> , подд.	12

$$q_a^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 75\,600 \cdot 912}{12\,803}} = 103 \text{ подд.}$$

33 < 103 – следовательно, $q_{0a}^* = q_{ma} = 33$ подд.

$$q_b^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 46\,200 \cdot 912}{12\,803}} = 81 \text{ подд.}$$

20 < 81 – следовательно, $q_{0b}^* = q_{mb} = 20$ подд.

$$q_c^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 37\,800 \cdot 912}{12\,803}} = 73 \text{ подд.}$$

12 < 73 – следовательно, $q_{0c}^* = q_{mc} = 12$ подд.

Определив оптимальный размер заказа для поставки, рассчитываем суммарные транспортные годовые издержки по формуле (15):

$$S_a(q) = 75\,600 \cdot \left[\frac{912}{33} \right] = 2\,116\,800 \text{ руб.}$$

$$S_b(q) = 46\,200 \cdot \left[\frac{912}{20} \right] = 2\,125\,200 \text{ руб.}$$

$$S_c(q) = 37\,800 \cdot \left[\frac{912}{12} \right] = 2\,872\,800 \text{ руб.}$$

Таким образом, при условии перевозки одним транспортным средством выгоднее использовать Scania P-340, и перевозки в год обойдутся компании в 2 116 800 руб.

Варианты скидок, предоставляемые транспортной компанией для разных сочетаний транспортных средств, приведены в табл. 5.

Таблица 5. Размеры скидок при разном сочетании транспортных средств d_{ij}

№ сочетания	Сочетание	Сочетание транспортных средств	Размер скидки, %
1	<i>aa</i>	Scania P-340, Scania P-340	4
2	<i>ab</i>	Scania P-340, Mercedes Actros 2543	6
3	<i>ac</i>	Scania P-340, Foton Ollin BJ 1093	8
4	<i>bb</i>	Mercedes Actros 2543, Mercedes Actros 2543	10
5	<i>bc</i>	Mercedes Actros 2543, Foton Ollin BJ 1093	12
6	<i>cc</i>	Foton Ollin BJ 1093, Foton Ollin BJ 1093	14

Оптимальный размер заказа при перевозке груза двумя транспортными средствами рассчитывается по формуле (18):

$$q_{aa}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,04) \cdot (75\,600 + 75\,600) \cdot \frac{912}{12\,803}} = 143 \text{ подд.,}$$

(33 + 33) ≤ 143, следовательно,

$$q_{0aa}^*(C) = 33 + 33 = 66 \text{ подд. ;}$$

$$q_{ab}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,06) \cdot (75\,600 + 46\,200) \cdot \frac{912}{12\,803}} = 127 \text{ подд.,}$$

(33 + 20) ≤ 127, следовательно,

$$q_{0ab}^*(C) = 33 + 20 = 53 \text{ подд. ;}$$

$$q_{ac}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,08) \cdot (75\,600 + 37\,800) \cdot \frac{912}{12\,803}}$$

= 121 подд.,
(33 + 12) ≤ 121, следовательно,
 $q_{0ac}^*(C) = 33 + 12 = 45$ подд.;

$$q_{bb}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,10) \cdot (46\,200 + 46\,200) \cdot \frac{912}{12\,803}}$$

= 108 подд.,
(20 + 20) ≤ 108, следовательно,
 $q_{0bb}^*(C) = 20 + 20 = 40$ подд.;

$$q_{bc}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,12) \cdot (46\,200 + 37\,800) \cdot \frac{912}{12\,803}}$$

= 102 подд.,
(20 + 12) ≤ 102, следовательно,
 $q_{0bc}^*(C) = 20 + 12 = 32$ подд.;

$$q_{cc}^*(C) = \sqrt{2 \cdot (1 - 0,14) \cdot (37\,800 + 37\,800) \cdot \frac{912}{12\,803}}$$

= 96 подд.,
(12 + 12) ≤ 96, следовательно,
 $q_{0cc}^*(C) = 12 + 12 = 24$ подд.

Оценка пороговых значений скидок для каждого сочетания транспортных средств определяется по формулам (19)–(20):

$$C_{aa} = \frac{75\,600 - 75\,600 \cdot 33/33}{75\,600 + 75\,600} = 0,$$

$$1 - \frac{(33 + 33)^2}{(143)^2} \geq 0,04 \geq 0 + \frac{(33 + 33)^2}{(143)^2} - \frac{33 \cdot (33 + 33)}{(143)^2},$$

$$0,79 \geq 0,04 \geq 0,11$$

(неравенство не выполняется).

$$C_{ab} = \frac{46\,200 - 75\,600 \cdot 20/33}{75\,600 + 46\,200} = 0,0031,$$

$$1 - \frac{(33 + 20)^2}{(127)^2} \geq 0,06$$

$$\geq 0,0031 + \frac{(33 + 20)^2}{(127)^2} - \frac{33 \cdot (33 + 20)}{(143)^2},$$

$$0,83 \geq 0,06 \geq 0,09$$

(неравенство не выполняется).

$$C_{ac} = \frac{37\,800 - 75\,600 \cdot 12/33}{75\,600 + 37\,800} = 0,0909,$$

$$1 - \frac{(33 + 12)^2}{(121)^2} \geq 0,08$$

$$\geq 0,0909 + \frac{(33 + 12)^2}{(121)^2} - \frac{33 \cdot (33 + 12)}{(143)^2},$$

$$0,86 \geq 0,08 \geq 0,16$$

(неравенство не выполняется).

$$C_{bb} = \frac{46\,200 - 46\,200 \cdot 20/20}{46\,200 + 46\,200} = 0,$$

$$1 - \frac{(20 + 20)^2}{(108)^2} \geq 0,10 \geq 0 + \frac{(20 + 20)^2}{(108)^2} - \frac{20 \cdot (20 + 20)}{(108)^2},$$

$$0,86 \geq 0,10 \geq 0,07 \text{ (неравенство выполняется).}$$

$$C_{bc} = \frac{37\,800 - 46\,200 \cdot 12/20}{46\,200 + 37\,800} = 0,12,$$

$$1 - \frac{(20 + 12)^2}{(102)^2} \geq 0,12$$

$$\geq 0,12 + \frac{(20 + 12)^2}{(102)^2} - \frac{20 \cdot (20 + 12)}{(108)^2},$$

$$0,90 \geq 0,12 \geq 0,16$$

(неравенство не выполняется).

$$C_{cc} = \frac{37\,800 - 37\,800 \cdot 12/12}{37\,800 + 37\,800} = 0,$$

$$1 - \frac{(12 + 12)^2}{(96)^2} \geq 0,14 \geq 0 + \frac{(12 + 12)^2}{(96)^2} - \frac{12 \cdot (12 + 12)}{(96)^2},$$

$$0,94 \geq 0,14 \geq 0,03 \text{ (неравенство выполняется).}$$

Системе неравенств удовлетворяют два сочетания транспортных средств: два Mercedes Actros 2543 (сочетание bb) и два Foton Ollin BJ 1093 (сочетание cc). Для данных вариантов определяются годовые транспортные издержки по формуле (17):

$$S_{bb}(q) = (1 - 0,10) \cdot (46\,200 + 46\,200) \cdot \left[\frac{912}{40} \right]$$

$$= 1\,912\,680 \text{ руб.}$$

$$S_{cc}(q) = (1 - 0,14) \cdot (37\,800 + 37\,800) \cdot \left[\frac{912}{24} \right]$$

$$= 2\,470\,608 \text{ руб.}$$

Очевидно, что вариант сочетания двух Mercedes Actros 2543 выгоднее для перевозки, чем сочетание двух Foton Ollin BJ 1093, так как суммарные годовые транспортные издержки на 22,6 % меньше.

Результаты исследования. В ходе работы был проведен анализ экономического состояния производственного предприятия. Было выявлено, что предприятие имеет годовые транспортные издержки на поставку комплектующих по определенному рейсу собственным транспортом в размере 2 262 848 руб.

Был рассмотрен вариант использования привлеченного транспорта. Выявлена минимальная стоимость перевозки одним транспортным средством – 2 116 800 руб. в год, а также при использовании предложения транспортной компании – перевозка посредством сочетания двух транспортных средств с предоставлением скидки на поставку – затраты равны 1 912 680 руб. в год, что выгоднее для производственного предприятия.

Таким образом, при сотрудничестве с транспортной компанией для завода будет выгодно воспользоваться предложением организации – поставкой комплектующий со скидкой. Это является более выгодным вариантом, чем перевозить груз одним транспортным средством или своим собственным автотранспортом.

Заключение. Анализ транспортных издержек важен для предприятия по нескольким основным причинам:

- повышение рентабельности: оптимизация транспортной логистики способствует увеличению прибыли за счет уменьшения расходов;

- повышение эффективности работы: анализ помогает выявить «узкие места» в транспортной системе предприятия, такие как неэффективные маршруты, избыточные запасы, проблемы с доставкой и т. д.;

– повышение конкурентоспособности: снижение транспортных затрат напрямую влияет на себестоимость продукции или услуг, позволяя предприятию предлагать более конкурентоспособные цены на рынке, что в условиях жесткой конкуренции может стать решающим фактором в борьбе за клиента;

– управление рисками: анализ позволяет идентифицировать и минимизировать риски, связанные с транспортной деятельностью, такие как поломки транспорта, задержки грузов, потери и повреждения товаров;

– улучшение планирования и прогнозирования: детальный анализ транспортных потоков позволяет

более точно прогнозировать будущие расходы и планировать бюджет, минимизируя риски, связанные с колебаниями цен на топливо или изменениями логистических маршрутов;

– укрепление репутации: своевременная и надежная доставка – важный фактор удовлетворенности клиентов, способствующая повышению качества обслуживания и укреплению репутации предприятия.

В целом эффективный анализ транспортных издержек не просто помогает экономить средства, но и способствует общему повышению производительности предприятия.

Литература

1. Криворотов В.В. Пути повышения конкурентоспособности отечественных производственных компаний: монография М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2023. 230 с.
2. Bharadwaj N.K. Application of Optimization Techniques to Solve Inventory Problems // *Internat. Journ. of Mathematics Trends and Technology*. 2024. № 70 (8). P. 21–27.
3. Лekomцева А.А. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности: учеб.-метод. пособие Пермь: Изд-во Перм. гос. национал. иссл. ун-та, 2023. 102 с.
4. Rudd J. A practical guide to logistics: an introduction to transport, warehousing, trade and distribution. –London: Kogan Page, 2019. 384 p.
5. Францев С.М. Общий курс транспорта: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та архитектуры и строительства, 2016. 188 с.
6. Rushton A. The Handbook of logistics and distribution management: understanding the supply chain. London: Kogan Page, 2022. 824 p.
7. Myerson P. Lean supply chain and logistics management. New York: McGraw Hill, 2012. 288 p.
8. Вельможин А.В. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2015. 351 с.
9. Бродетский Г.Л. Управление запасами: многофакторная оптимизация процесса поставок: учебник для вузов. М.: Изд-во Юрайт, 2023. 322 с.
10. Кузнецова А.Д. Оптимизация транспортного обеспечения процесса поставок на предприятии // *Научные исследования современных проблем развития России: тенденции развития в условиях неопределенности: сб. научных трудов по итогам Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых Санкт-Петербургского гос. эконом. ун-та, в 2-х ч. Ч. 1. 2024. С. 181–185.*
11. Кузнецова А.Д. Повышение эффективности транспортно-логистического обеспечения процесса поставок // *Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры): мат-лы II Международной научно-практической конференции. 2023. С. 199–202.*
12. Бродетский Г.Л. Эффективность поставок двумя транспортными средствами в EOQ-моделях с учетом грузоместимости и возможности выбора транспортных средств // *Менеджмент качества. 2017. № 2 (38). С. 138–151.*
13. Gerami V.D. Factoring in vehicle capacity in multinomenclature EOQ-models // *Internat. Journ. of logistics systems and management. 2019. Vol. 33. № 2. P. 167–189.*
14. Brodetskiy G.L. Effective filtering procedures for multi-criteria selection of transportation service provider // *World of transport and technological machines. 2022. № 78 (3–4). P. 118–124.*
15. Кузнецова А.Д. Пути оптимизации уровня логистических издержек снабженческо-сбытовой деятельности предприятия // *Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России: Сб. статей XV Всеросс. науч.-практ. конф. 2023. С. 28–35.*

References

1. Krivorotov V.V. Ways to increase the competitiveness of domestic production companies: a monograph. M.: UNITI-DANA, 2023. 230 p.
2. Bharadwaj N.K. Application of Optimization Techniques to Solve Inventory Problems // *Internat. Journ. of Mathematics Trends and Technology*. 2024. № 70 (8). P. 21–27.
3. Lekomtseva A.A. Transport support of commercial activities: a textbook and methodological manual. Perm: Publishing house of Perm State National Research University, 2023. 102 p.
4. Rudd J. A practical guide to logistics: an introduction to transport, warehousing, trade and distribution. London: Kogan Page, 2019. 384 p.
5. Frantsev S.M. General course of transport: textbook Penza: Publishing House Penza State University of Architecture and Construction. 2016. 188 p.
6. Rushton A. The Handbook of logistics and distribution management: understanding the supply chain. London: Kogan Page, 2022. 824 p.
7. Myerson P. Lean supply chain and logistics management. New York: McGraw Hill, 2012. 288 p.
8. Velmozhin A.V. Freight road transportation: textbook for universities. Moscow: Goryachaya Liniya – Telecom. 2015. 351 p.
9. Brodetsky G.L. Inventory management: multifactor optimization of the supply process: textbook for universities. Moscow: Publishing house Yurait. 2023. 322 p.
10. Kuznetsova A.D. Optimization of transport support for the supply process at enterprises // *Scientific research on modern problems of Russia's development: development trends under conditions of uncertainty: collection of scientific papers following the results of the Internat. Scientific and Practical Conf. of Young Scientists of the Saint-Petersburg State University of Economics. in 2 parts. Part 1. 2024. P. 181–185.*
11. Kuznetsova A.D. Improving the efficiency of transport and logistics support for the supply process // *Transport and logistics of sustainable development of territories, business, state (growth drivers, trends and barriers): materials of the II Internat. Scientific and Practical Conf. 2023. P. 199–202.*
12. Brodetsky G.L. Efficiency of deliveries by two vehicles in EOQ models taking into account cargo capacity and the possibility of choosing vehicles // *Quality management. 2017. № 2 (38). P. 138–151.*
13. Gerami V.D. Factoring in vehicle capacity in multinomenclature EOQ-models // *Internat. Journ. of logistics systems and management. 2019. Vol. 33. № 2. P. 167–189.*
14. Brodetskiy G.L. Effective filtering procedures for multi-criteria selection of transportation service provider // *World of transport and technological machines. 2022. № 78 (3–4). P. 118–124.*
15. Kuznetsova A.D. Ways to optimize the level of logistics costs of supply and sales activities of an enterprise // *Mathematical models of modern economic processes, methods of analysis and synthesis of economic mechanisms. Actual problems and prospects of management of organizations in Russia: [collected articles] XV All-Russian scientific and practical conf. 2023. P. 28–35.*