

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.М. Курганов¹, В.Н. Мукаев², М.В. Грязнов³

¹ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия

²ООО «Автотранспортное управление», г. Магнитогорск, Россия

³ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет», г. Магнитогорск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье обоснована актуальность снижения затрат на автотранспортное обслуживание подразделений промышленного предприятия. Выявлены организационно-технологические особенности функционирования промышленного автомобильного транспорта, определяющие нецелесообразность передачи автотранспортной функции на аутсорсинг в полном объеме. В результате предложена экономико-математическая модель и алгоритм выработки решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия, обеспечивающий баланс интересов в стремлении заказчика снизить затраты на автотранспортные услуги и в стремлении перевозчика к повышению доходности своего бизнеса, за счет поиска и обоснованного сокращения резервов использования автомобильного транспорта. Целесообразность практической реализации предлагаемых рекомендаций доказана на примере автотранспортного подразделения крупной металлургической компании Челябинской области.

Материалы и методы. Анализ и систематизация специализированной научной и нормативно-правовой литературы, экономико-математическое моделирование транспортных процессов, статистический технико-экономический анализ производственной информации.

Результаты:

- обладающие научной новизной: критерий оптимальности и система ограничений выбора решений по снижению затрат на автомобильные перевозки; математический аппарат оценки резервов использования автотранспорта;

- имеющие практическую значимость: алгоритм выработки решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки, основанный на балансе интересов перевозчика и заказчика автотранспортных услуг.

Обсуждение и заключение. Поставленные задачи выполнены в полном объеме, в результате чего получены методические рекомендации по согласованию взаимодействия заказчика и поставщика автотранспортных услуг в производственном процессе. Реализация предложенных рекомендаций обеспечит систематическую оптимизацию бюджета промышленного предприятия на автотранспортное обслуживание своих структурных подразделений в размере 3–5% в год.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: промышленный автомобильный транспорт, оптимизация затрат, резервы в транспортном процессе.

Благодарности. Авторы благодарят научных сотрудников и специалистов-практиков, обсуждавших в формате научных конференций и семинаров результаты исследования на всех этапах его выполнения, а также рецензентов данной статьи за высказанные рекомендации и пожелания.

© В.М. Курганов, В.Н. Мукаев, М.В. Грязнов



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

OPTIMIZATION OF AUTOMOBILE TRANSPORTATION COSTS IN INDUSTRIAL ENTERPRISE

V.M. Kurganov¹, V.N. Mukayev², M.V. Gryaznov³

¹Tver State University, Tver, Russia

²Motor Transportation Enterprise, Magnitogorsk, Russia

³Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. The authors prove the relevance of the costs' reducing for motor transportation service in different departments of the industrial enterprise. The organizational and technological features of the industrial motor transport enterprise functioning and defining inexpediency of transfer of motor transportation function on outsourcing in full are revealed. The economic-mathematical model and the algorithm of decisions development on optimization of the automobile transportations costs in the industrial enterprise, which provide balance of interests of the customer to lower costs of motor transportation services and of the carrier to increase business profitability are offered. The expediency of implementation of such recommendations is proved on the example of motor transportation department of the large metallurgical company in Chelyabinsk region.

Materials and methods. The analysis and systematization of the specialized scientific, standard, legal literature, economic-mathematical modeling of transport processes, and statistical technical and economic analysis of production information is conducted.

Results. The following results are reached:

- having scientific novelty: criterion of optimality and system of restrictions of the choice of decisions on cutting of costs for automobile transportations; mathematical apparatus of assessment of reserves of use of motor transport;
- having the practical importance: the algorithm of development of decisions on optimization of costs of automobile transportations based on balance of interests of carrier and the customer of motor transportation services.

Discussion and conclusions. The methodical recommendations about coordination of the customer and supplier interaction of motor transportation services are received. The implementation of such recommendations would provide the systematic 3–5% per year budget optimization in the industrial enterprise departments.

KEYWORDS: industrial motor transport, expenses optimization, transport process reserves

Acknowledgement. The authors express their gratitude to the researchers and practitioners, who have discussed the results of the research at all stages of its implementation in the format of scientific conferences and seminars, as well as to the reviewers of the paper for their recommendations and suggestions.

© V.M. Kurganov, V.N. Mukayev, M.V. Gryaznov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы исследования обоснован постоянным вниманием собственников производственного бизнеса к затратам на внутри-, межцеховой и внешний транспорт. Это внимание усиливается тем, что транспортная составляющая себестоимости товарной продукции в ряде случаев достигает 30% [1, 2]. На крупных промышленных предприятиях для транспортировки сырья, готовой продукции и отходов производства технологически востребован железнодорожный, автомобильный и специальный транспорт. Перевозка разносортных материально-технических ценностей для производственных нужд, мелкопартионные отправки готовой продукции, а также доставка персонала осуществляется автомобильным транспортом.

Промышленный автомобильный транспорт характеризуется большой ресурсоемкостью технологических процессов. На автотранспортные средства приходится около 63% потребляемых топливно-энергетических ресурсов¹. Сложность автоматизации технологических процессов эксплуатации и ремонта обуславливает занятость в автомобильных перевозках, в отличие от других видов промышленного транспорта, большего количества персонала [3, 4].

Разработка и реализация решений по сокращению затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия осложняется наличием организационно-технологической взаимосвязи заказчика и исполнителя транспортных услуг. Транспортный процесс при этом имеет следующие признаки элемента производственной системы заказчика:

- большая часть автопарка состоит из специализированной или переоборудованной для нужд производственных цехов техники;
- выпуск подвижного состава на линию и графики сменности водителей планируются исходя из ритма работы основного производства;
- бюджет перевозчика и стоимость транспортных услуг лимитируется заказчиком;

- производственно-техническая база перевозчика является частью производственной инфраструктуры заказчика.

Поэтому, как правило, основная часть автомобильных перевозок промышленного предприятия осуществляется одним из его структурных подразделений – автотранспортным цехом или дочерним обществом. Встроенность транспортного процесса в производственную систему предприятия, а также требование высокой надежности перевозок делает практически бесполезным снижение затрат посредством передачи транспортной функции в аутсорсинг в полном объеме.

Наличие организационно-технологической взаимосвязи заказчика и исполнителя автотранспортных услуг усиливает риск разработки и реализации решений по снижению затрат на промышленный автомобильный транспорт только за счет сокращения доходной части перевозчика. Такие решения принципиально не верны, поскольку их реализация хоть и направлена на снижение эксплуатационных затрат основного производства может привести к потере перевозчиком своей эффективности. Пример ошибочного решения по передаче автотранспортной деятельности в аутсорсинг приведен в работе².

Алгоритм выработки решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия должен обеспечивать баланс интересов в стремлении заказчика снизить затраты на автотранспортные услуги и в стремлении перевозчика к повышению доходности своего бизнеса.

Предлагаемые в данной работе методические рекомендации по выработке управленческих решений основываются на разработках специалистов НТЦ-НИИОГР (г. Челябинск) в части адаптации горнодобывающих предприятий к рыночной среде³, основная идея которых изложена в работах [5, 6]. Идея адаптации производственных систем к рыночным условиям развита применительно к управлению промышленным железнодорожным транспортом.

Соблюдение баланса интересов заказчика и исполнителя автотранспортной услуги

¹ Концепция повышения энергоэффективности транспортного комплекса РФ, <http://900igr.net> (Concept of increasing the energy efficiency of the transport complex of the Russian Federation).

² Курганов В.М., Грязнов М.В. Транспортный аутсорсинг крупных предприятий // Логистика: Евразийский мост: VIII Международная научно-практическая конференция 25–29 апреля 2018 г., г. Красноярск.: тез. докл. Краснояр. гос. аграр. ун-т, Красноярск, 2018. С. 119–128.

³ Галкина Н.В., Важенина Л.Н., Устинова С.А. Алгоритм адаптации горнодобывающего предприятия // Научные сообщения НТЦ-НИИОГР. Вып. 1. Екатеринбург : УрО РАН, 1999. С. 61–62.

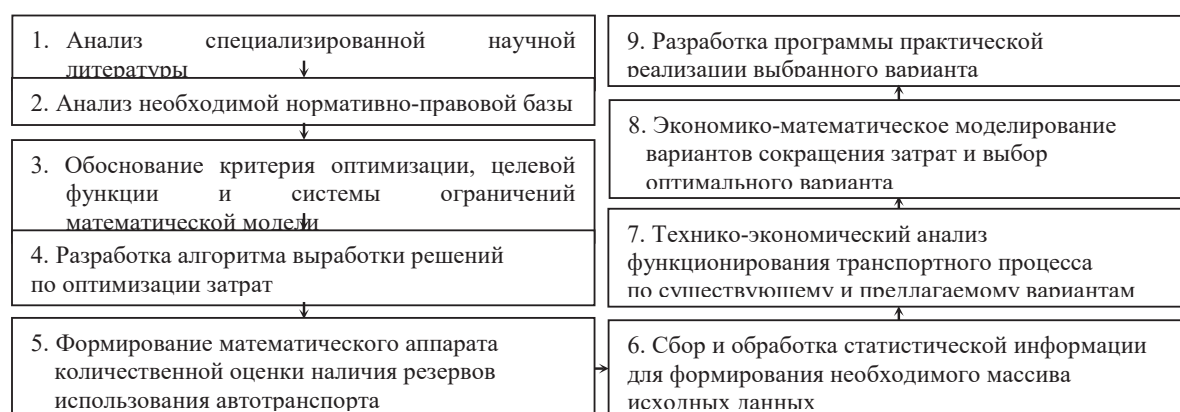


Рисунок 1 – Общая схема проведенного исследования

Figure 1 – General scheme of the conducted research

необходимо основывать на поиске и сокращении резервов использования автомобильного транспорта. Разработке предложений по идентификации резервов производственных ресурсов «скрытых» в транспортном процессе посвящены научные труды в области повышения надежности и эффективности транспортных систем. Авторы данной статьи руководствовались работами российских^{4,5} [8, 10] и иностранных исследователей [7, 9, 11, 12], а также собственными работами [1, 2, 3]. Однако организационно-технологическая специфика функционирования промышленного автомобильного транспорта ограничивает применимость имеющихся в научной литературе наработок. Таким образом, необходимо продолжить исследования методического подхода к оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия, что является обоснованием актуальности выбранной темы и своевременности данного исследования.

Целью исследования является разработка методических рекомендаций по рациональному сокращению затрат на промышленный автомобильный транспорт.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- разработка экономико-математической модели и алгоритма выработки решений по

оптимизации затрат промышленного предприятия на транспортное обслуживание своих структурных подразделений;

- формирование методического аппарата количественной оценки наличия резервов использования автотранспорта;

- обоснование целесообразности практической реализации предлагаемых методических рекомендаций.

Структура публикации соответствует последовательности изложения задач проведенного исследования. Теоретическая значимость работы состоит в развитии теоретической базы обоснования решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены с использованием комплекса стандартных методов и процедур. Общая схема проведения исследования приведена на рисунке 1.

Комплекс стандартных методов и процедур включал анализ и систематизацию специализированной научной и нормативно-правовой литературы, экономико-математическое моделирование транспортных процессов, статистический и технико-экономический анализ производственной информации. Формированию предлагаемого методического инструментария

⁴ Зайцев Е.И., Бочкарев А.А. Модель функционально-структурной надежности цепи поставок. Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: IV Германо-российская конференция по логистике и управлению цепями поставок 6 – 9 мая 2009 г.: тез.докл. Геттинген, Cuviller Verlag, 2009. С. 187–195.

⁵ Концепция повышения энергоэффективности транспортного комплекса РФ, <http://900igr.net> (Concept of increasing the energy efficiency of the transport complex of the Russian Federation).

по определению оптимального варианта снижения затрат на автомобильные перевозки, а также количественной оценки имеющихся в транспортном процессе резервов использования автомобильного транспорта предшествовал анализ научной и нормативно-правовой литературы.

На этих этапах исследования были выявлены организационно-технологические особенности функционирования промышленного автомобильного транспорта на современном этапе развития, определены направления исследования рассматриваемой проблемы в части развития теоретической базы обоснования решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия. Анализ нормативно-правовой базы, регламентирующей договорные взаимоотношения участников транспортного процесса, позволил установить, что оптимизация затрат и повышение эффективности перевозочной деятельности возможны лишь при соблюдении баланса интересов как заказчика, так и исполнителя транспортной услуги.

Математическое описание баланса интересов заказчика и исполнителя транспортной услуги, а также условий его соблюдения на практике формализовалось в целевой функции и системе ограничений оптимизационной экономико-математической модели. Для удобства работы с предложенным математическим инструментарием был разработан алгоритм выработки решений по оптимизации затрат, который процедуру экономико-математического моделирования увязывает с последующими этапами проведения исследования.

Для проведения экономико-математического моделирования варианта выработки решения по оптимизации затрат потребовалась детализация и математическое описание компонентов целевой функции математической модели, связанных с количественной оценкой имеющихся у исполнителя транспортной услуги резервов использования автомобильного транспорта, а также формирование необходимого массива исходных данных.

Формирование необходимого для расчетов массива исходных данных производилось по результатам сбора и обработки представительного объема производственной

статистической информации об использовании подвижного состава, занятости линейного персонала, стоимости транспортных услуг, ресурсоемкости выполнения основных и вспомогательных операций транспортного процесса. Информационной основой выполнения этого этапа исследования послужила отчетность 10 самостоятельных грузовых и пассажирских автотранспортных компаний, а также автотранспортных подразделений крупных металлургических, дорожно-строительных и горнодобывающих предприятий Уральского региона.

Реализация этапов разработки и практического внедрения предложенных в данном исследовании методических рекомендаций была проведена на примере автотранспортного подразделения крупной металлургической компании Челябинской области. Для чего потребовалось проведение анализа и количественной оценки имеющихся резервов использования автотранспорта в ключевых технологических процессах основного заказчика с использованием предлагаемого математического аппарата, а также экономико-математическое моделирование варианта выработки решения по оптимизации затрат на автомобильный транспорт.

Посредством технико-экономического анализа, предполагающего сопоставление расчетных и фактических показателей функционирования транспортного процесса рассматриваемой металлургической компании по существующему и предлагаемому вариантам, была определена величина экономического эффекта, наличие которого служит основанием для разработки на заключительном этапе исследований программы практической реализации выбранного варианта.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обоснованию решений по оптимизации затрат на промышленный автомобильный транспорт препятствует конфликт интересов промышленного предприятия (основного заказчика автотранспортной услуги) и перевозчика. Природа конфликта состоит в различии подходов участников транспортного процесса к выбору способов снижения затрат на перевозки (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1
ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ
ПЕРЕВОЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
TABLE 1
CHARACTERISTICS OF THE AUTOMOBILE TRANSPORTATION COST REDUCING
IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Наименование способа	Основной заказчик (промышленное предприятие)		Перевозчик (подразделение основного заказчика)	
	Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
1. Сокращение потребности структурных подразделений основного заказчика в автотранспортных услугах	Снижение затрат на транспортное обслуживание структурных подразделений	Повышение вероятности сбоев основного производства из-за отсутствия транспорта	Сокращение дефицита транспорта для обслуживания сторонних заказчиков	Сокращение дохода от сокращения объема потребления транспортных услуг основным заказчиком
2. Сокращение стоимости автотранспортных услуг на величину рентабельности		Снижение качества транспортного обслуживания структурных подразделений из-за старения автопарка	Отсутствуют	Потеря рентабельности и отсутствие средств на развитие производства

В выборе способа снижения затрат основной заказчик руководствуется возможностью максимального сокращения бюджета на транспортное обслуживание ($\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}$). Перевозчику как структурному подразделению основного заказчика такой подход неинтересен, поскольку это ведет к потере его дохода на величину (Δ), и он прилагает все усилия для минимизации подобных потерь. Математически это формализуется следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\text{бюдж.}} = B_{\text{план.}} - B_{\text{факт.}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $B_{\text{план.}}$, $B_{\text{факт.}}$ — соответственно величина планового и фактического бюджета основного заказчика на транспортное обслуживание своих подразделений, руб.

- перевозчик, являющийся подразделением основного заказчика:

$$\Delta = \mathcal{E}_{\text{бюдж.}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Δ — потери перевозчика от реализации оптимизационных мероприятий, руб.

Из двух способов снижения затрат (таблица 1) второй способ оказывает большие негативные последствия на хозяйственную деятельность перевозчика, поскольку приводит не только к сокращению доходной части, но и к потере средств на развитие производства. Поэтому баланс интересов как основного заказчика транспортных услуг, так и перевозчика при достижении цели оптимизации затрат на автомобильные перевозки достигается экономически оправданным сокращением потребности цехов основного заказчика в автотранс-

портных услугах (таблица 2).

Баланс интересов предлагается устанавливать планированием основным заказчиком показателя снижения затрат на отчетный период времени, обязательный для выполнения перевозчиком. Это позволяет использовать в качестве критерия оптимизации максимум экономии бюджета промышленного предприятия на транспортное обслуживание своих структурных подразделений (1). Обязательным условием является наличие у исполнителя автотранспортных услуг резервов производительности или времени использования подвижного состава, а также отсутствие сбоев в производственном процессе основного заказчика вследствие реализации оптимизационных мероприятий.

Предложенный критерий оптимизации, а также оговоренные условия его достижения позволяют определить вид целевой функции и системы ограничений экономико-математической модели оптимизации затрат промышленного предприятия на транспортное обслуживание своих структурных подразделений:

- целевая функция:

$$\mathcal{E}_{\text{бюдж.}} \rightarrow \max,$$

- система ограничений:

$$\begin{cases} R(t) \rightarrow 0 \\ R > \Pi_{\text{план.}} \\ I = 0 \\ \frac{\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}}{B_{\text{план.}}} \geq 0,05 \end{cases} \quad (4)$$

где $R(t)$ – вероятность сбоев основного производства из-за отсутствия транспорта, %; R – резервы производительности или времени использования подвижного состава, имеющиеся у перевозчика, т-км (м-ч); $P_{\text{план.}}$ – количество машино-часов, планируемое основным заказчиком к оптимизации, м-ч; I – размер инвестиций, направляемых основным заказчиком на обновление и модернизацию автопарка, тыс. руб.; 0,05 – нижняя граница планового показателя снижения затрат на автомобильные перевозки.

Предусмотренное системой ограничений условие ($R > P_{\text{план.}}$) обеспечивает работоспособность экономико-математической модели в случае отсутствия инвестиций основного заказчика в обновление и модернизацию автопарка перевозчика ($I = 0$). Также следует пояснить, что значение 0,05, обозначенное системой ограничений, является лишь нижней границей ($\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}$). По итогам установленного и согласованного основным заказчиком и перевозчиком отчетного периода последний обязан достигнуть этой величины в своей деятельности. Однако превышение нижней границы ($\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}$) не является ограничением для перевозчика. Основным заказчиком будет приветствоваться максимизация ($\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}$), поэтому предложенная экономико-математическая модель является оптимизационной.

ТАБЛИЦА 2
МАТРИЦА ИНТЕРЕСОВ УЧАСТНИКОВ
ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА
ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ
TABLE 2
PARTICIPANTS' INTERESTS MATRIX OF THE
TRANSPORT PROCESS
BY THE GOAL OPTIMIZING

Способ достижения цели оптимизации	Наличие интереса	
	Основного заказчика	Перевозчика
Сокращение потребности структурных подразделений основного заказчика в автотранспортных услугах	+	+
Сокращение стоимости автотранспортных услуг на величину рентабельности	+	-
- баланс интересов при достижении цели оптимизации.		

Выбор решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки промышленного предприятия предлагается осуществлять согласно алгоритму (рисунок 2). Основу предлагаемого алгоритма составляют: оптимизационная экономико-математическая модель,

плановый показатель снижения затрат на автомобильные перевозки; инструментальный поиск резервов использования подвижного состава в подразделениях основного заказчика. На первом этапе производится планирование нижней границы показателя снижения затрат ($\mathcal{E}_{\text{бюдж.}}$). Обязательное выполнение этого показателя определяет необходимость непрерывного мониторинга перевозчиком имеющихся резервов использования подвижного состава в первую очередь в подразделениях основного заказчика.

Далее следует блок подготовки к выработке оптимизационного решения. Он представляет собой четыре последовательных модуля выбора по числу источников резервов использования подвижного состава в подразделениях основного заказчика по времени или производительности. Описание источников и методика их количественной оценки резервов приведена ниже. В зависимости от наличия того или иного источника резервов использования автотранспорта разрабатывается оптимизационное решение и далее на девятом шаге алгоритма осуществляется расчет экономического эффекта от его реализации. В случае отсутствия каких-либо резервов автотранспорта его основным заказчиком разрабатываются и принимаются решения по функционально-структурному преобразованию транспортной системы (этап 14). Следует понимать, что принятие таких решений неизбежно приведет к реформированию организационно-производственной структуры перевозчика и по сути к прекращению его деятельности в прежнем виде.

При наличии резервов использования автотранспорта в подразделениях основного заказчика, а также экономического эффекта от его реализации перевозчик осуществляет проверку оптимизационного решения по критерию максимума экономии бюджета основного заказчика на транспортное обслуживание своих структурных подразделений (этап 10). Положительный результат проверки и соблюдение принятой системы ограничений служит основанием для разработки и утверждения программы по реализации оптимизационных мероприятий (этап 12). Если условия на этапах 10, 11 невыполнимы, необходимо вернуться к этапу 8.

На этапе 13 алгоритма производится анализ выполнения планового показателя снижения затрат. Если установленный показатель достигнут, это является основанием для окончания алгоритма. В противном случае комплекс оптимизационных мероприятий не-

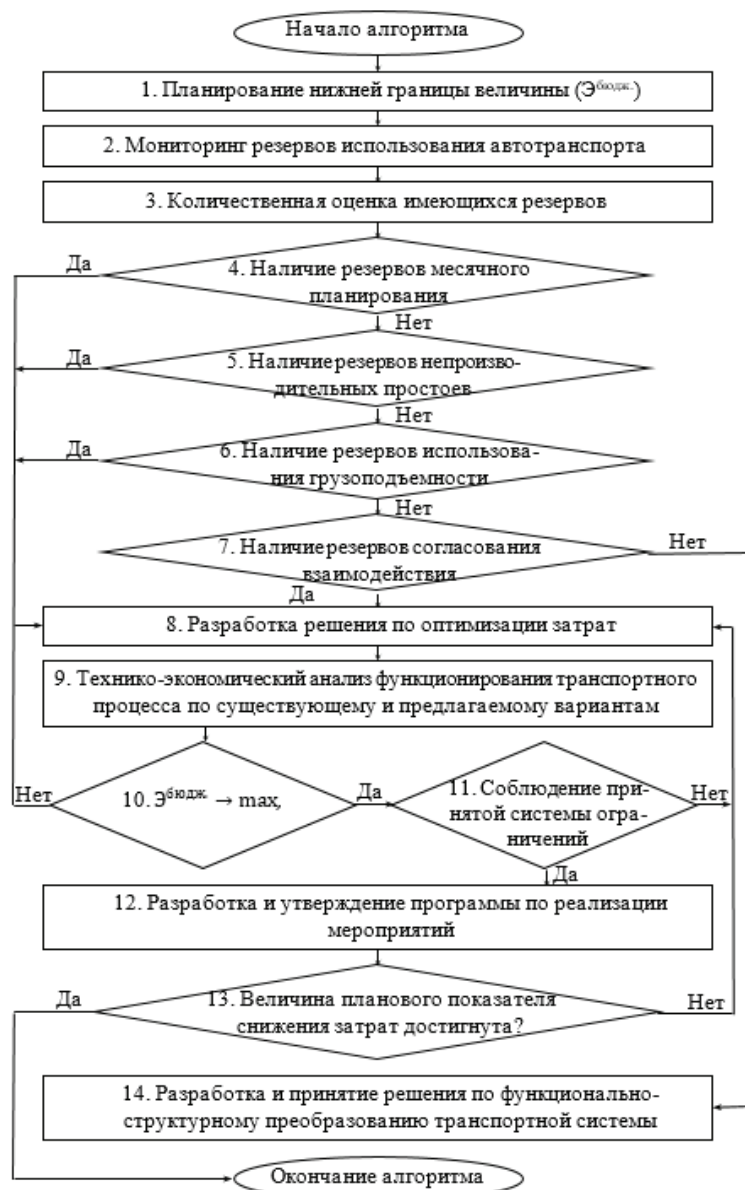


Рисунок 2 – Алгоритм выработки решений по оптимизации затрат промышленного предприятия на транспортное обслуживание своих структурных подразделений

Figure 2 – Decisions' algorithm on costs optimization of the industrial enterprise for transport service of the structural divisions

обходимо расширить для достижения нижней границы ($\mathcal{E}^{\text{бюдж.}}$).

Выбор решения по оптимизации затрат на автомобильные перевозки зависит от источника резервов использования автотранспорта в подразделениях основного заказчика. Источниками резервов являются: нерегламентированные простои автотранспорта в подразделениях заказчика; несоответствие

эксплуатационных параметров автомобиля весогабаритным характеристикам перевозимого груза; рассогласованность взаимодействия участников транспортного процесса; неудовлетворительная достоверность планирования заказчиком своих потребностей в автотранспорте. Источник искомых резервов определяет инструменты их мониторинга (таблица 3).

ТАБЛИЦА 3
ВЗАИМОСВЯЗЬ ИСТОЧНИКА РЕЗЕРВОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТА,
ВИДА ОПТИМИЗАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТОВ МОНИТОРИНГА
РЕЗЕРВОВ В ТРАНСПОРТНОМ ПРОЦЕССЕ
TABLE 3
RELATION OF RESERVES' SOURCE OF VEHICLES' USAGE,
OF SOLUTION OPTIMIZATION TYPE AND OF MONITORING TOOLS
RESERVES IN THE TRANSPORT PROCESS

Источник		Оптимизационное решение	Предлагаемый инструмент мониторинга резервов
резерва	экономии затрат		
Нерегламенти-рованные простои автотранспорта	Оплата заказчиком транспортных услуг, оказанных меньшим количеством транспорта	Уменьшение численности автомобилей на объекте заказчика	Автоматизированная система нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта
Нерегламенти-рованные простои автотранспорта	Оплата заказчиком меньшего объема транспортных услуг	Корректировка графика работы автомобилей у заказчика	Автоматизированная система нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта
	Сокращение затрат на величину стоимости транспортных услуг, предоставляемых подразделению заказчика, до его перехода на бестранспортную технологию	Отказ заказчика от транспортного обслуживания своего подразделения, посредством перехода на бестранспортную технологию	
Не соответствие эксплуатационных параметров автомобиля весогабаритным характеристикам перевозимого груза	Оплата заказчиком перевозок, выполняемых автомобилем меньшей ценовой группы	Использование транспорта меньшей грузоподъемности, меньшей ценовой группы	Централизация диспетчерского управления автотранспортом
Рассогласованность взаимодействия участников транспортного процесса	Сокращение затрат вследствие распределения затрат на оплату транспортных услуг между несколькими заказчиками	Организация кольцевых маршрутов	
		Закрепление одного автомобиля за несколькими заказчиками	
		Обеспечение автомобиля обратной загрузкой	
Повышение достоверности планирования заказчиком своих потребностей в автотранспорте	Сокращение бюджета на транспортное обслуживание на величину стоимости нерегламентированных заявок на автотранспорт	Планирование заказчиком своих потребностей в автотранспорте в разрезе месяца	Регламентирующий график технологических перевозок

Помимо инструмента мониторинга источник резервов использования автотранспорта в подразделениях основного заказчика также определяет математический аппарат их оценки. При наличии в транспортном процессе нерегламентированных простоев автотранспорта оценка резервов его использования по времени определяется разностью величины общего простоя автотранспорта в подразделениях заказчика, его простоя под погрузкой-выгрузкой и вспомогательными технологическими операциями:

$$R = T_{\text{пр.}} - T_{\text{норм.}} \quad (5)$$

Наличие неиспользуемых резервов производительности автотранспорта в подразделениях основного заказчика вследствие несоответствия эксплуатационных параметров автомобиля весогабаритным характеристикам перевозимого груза определяется неравенствами:

$$\gamma_c^{\text{гр.}} = \frac{q_{\text{н}}^{\Phi}}{q} < 1, \quad (6)$$

$$\gamma_c^{BM} = \frac{Q^\Phi}{Q^H} < 1, \quad (7)$$

где $\gamma_c^{гр.}$, γ_c^{BM} – коэффициент использования соответственно грузоподъемности и грузоместимости транспортного средства; q^Φ , q^H – фактическая масса груза, перевозимого в кузове автомобиля, и грузоподъемность автомобиля, т; Q^Φ , Q^H – фактический объем груза, перевозимого в кузове автомобиля, и грузоместимость автомобиля, м³.

Величина резервов в этом случае рассчитывается суммированием неиспользованного тоннажа грузоподъемности или неиспользуемой грузоместимости по рассматриваемой группе автомобилей:

$$R = \sum_{i=1}^{A_n} q_i^H \cdot \gamma_c^{гр.}, \quad (8)$$

$$R = \sum_{i=1}^{A_n} Q_i^H \cdot \gamma_c^{BM}, \quad (9)$$

где A_n – численность автомобилей рассматриваемого типа и ценовой группы, ед.

Наличие резервов использования автотранспорта вследствие рассогласованности взаимодействия участников транспортного процесса определяется следующим неравенством:

$$0,5 < \beta = \frac{L_{гр.}}{L_H + L_{гр.} + L_{х/х}} < 1, \quad (10)$$

где β – средний коэффициент использования пробега по группе транспортных средств рассматриваемого типа и ценовой группы за сутки; $L_{гр.}$, L_H , $L_{х/х}$ – соответственно, суммарный груженный, нулевой и холостой пробег по группе транспортных средств рассматриваемого типа и ценовой группы за сутки.

Соблюдение неравенства (10) свидетельствует о том, что транспортное средство рассматриваемого типа и ценовой группы можно использовать параллельно на других заявках путем их совмещения. Это возможно без ущерба интересам основного заказчика организацией кольцевых маршрутов, закреплением транспортного средства за несколькими подразделениями в качестве дежурного автомобиля, обеспечением обратной загрузки. Величину резервов использования автотранспорта в процентном выражении можно оценить по формуле

$$R = (1 - \beta) \cdot 100\%. \quad (11)$$

Формирование резервов автотранспорта за счет повышения достоверности планирования заказчиком своих потребностей в автомобильных перевозках основывается на анализе количества нерегламентированных заявок на автотранспорт фактически поступивших перевозчику от подразделения основного заказчика за расчетный период. Нерегламентированные заявки имеют случайный разовый характер и, как правило, не связаны с обслуживанием основного технологического процесса основного заказчика, а возникают в связи с прочими потребностями его структурных подразделений. Исключение составляют аварийные заявки, связанные с необходимостью устранения аварийных ситуаций в производственном процессе. При большом количестве нерегламентированных заявок на автотранспорт структурному подразделению необходимо произвести их систематизацию и регламентацию с определением периодичности и потребности в транспорте, то есть повысить достоверность планирования своих потребностей в автотранспорте и бюджета на транспортное обслуживание.

Объем автотранспорта, требуемого в формате нерегламентированных заявок, воспринимается перевозчиком как резерв, который в первую очередь направляется на компенсацию дефицита транспортных средств в основной технологии заказчика. По этой причине нерегламентированная заявка в случае дефицита транспорта может быть отклонена перевозчиком. Величина резерва использования автотранспорта вследствие недостоверности планирования заказчиком потребностей в транспортном обслуживании определяется суммированием объема автотранспортных услуг, оказанных согласно нерегламентированным заявкам транспортными средствами рассматриваемого типа и ценовой группы за сутки:

$$R = \sum_{i=1}^{N_{раз.}^{факт.}} A_{раз.i}^{м-ч}, \quad (12)$$

где $A_{раз.i}^{м-ч}$ – объем автотранспортных услуг, оказанных структурным подразделениям основного заказчика за сутки согласно нерегламентированных заявок, м-ч.

Предложенные методические рекомендации не принесут ощутимого эффекта при отсутствии инструментов автоматизированного

мониторинга резервов использования автотранспорта в структурных подразделениях основного заказчика. Такими инструментами являются информационно-программные средства планирования и организации взаимодействия участников транспортного процесса на основе автоматизированной системы нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта, системы централизации диспетчерского управления автотранспортом и регламентирующего графика технологических перевозок (см. таблицу 3).

Основная задача автоматизированной системы нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта заключается в соотношении компьютерной программой по каждой единице автопарка общего фактического ее простоя на объекте заказчика и норматива ее простоя на данном объекте, предусматривающего безопасное выполнение операций транспортного процесса в полном объеме. Превышение факта над нормой является сверхнормативным простоем автотранспорта и объектом оптимизации. Рекомендации по разработке автоматизированной системы нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта предложены в работе [4].

Идея централизации диспетчерского управления автотранспортом заключается в предоставлении автотранспортному подразделению промышленного предприятия полномочий по привлечению к перевозкам и диспетчеризации подвижного состава сторонних перевозчиков на условии субподряда. Это позволит практически до нуля сократить число отклонений заявок на перевозки по причине отсутствия собственного транспорта в случаях резкого увеличения потребностей в транспортном обслуживании, а также избежать наращивания не востребуемых резервов провозных возможностей.

Суть регламентирующего графика технологических перевозок состоит в автоматизации планирования заказчиком потребностей в автомобильных перевозках на месяц в разрезе суток. Невостребованным резервом и источником оптимизации является автотранспорт, заказываемый подразделениями основного заказчика, но не предусмотренный месячным планированием в рамках регламентирующего графика технологических перевозок.

ОБСУЖДЕНИЕ

Поставленные в работе задачи выполнены в полном объеме. По итогам исследования получены методические рекомендации

по согласованию взаимодействия заказчика и поставщика автотранспортных услуг в производственном процессе. Научная новизна исследования состоит:

- в разработке критерия оптимальности и системы ограничений выбора решений по снижению затрат на автомобильные перевозки;
- в формировании математического аппарата оценки резервов использования автотранспорта.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке алгоритма выработки решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки, основанного на балансе интересов перевозчика и заказчика автотранспортных услуг.

Часть предложенных методических рекомендаций была реализована на примере автотранспортного подразделения одной из крупнейших металлургических компаний Челябинской области. Наличие на данном предприятии автоматизированной системы нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта обеспечила в 2014 г. разработку оптимизационных мероприятий, направленных на уменьшение численности автомобилей, работающих на объектах заказчика, изменение графика работы автомобилей, отказ от транспортного обслуживания структурных подразделений, использование автомобилей меньшей грузоподъемности. Суммарная годовая экономия бюджета предприятия на автомобильные перевозки составила 16,58 млн руб.

Результативность предлагаемых рекомендаций по централизации диспетчерского управления автотранспортом на данном предприятии подтверждена наличием экономического эффекта от организации в 2017 г. перевозок металлургического шлака по кольцевым маршрутам. В процессе расчетов подтвердилось ожидаемое сокращение нулевых пробегов технологических автосамосвалов на 466,85 тыс. км в год, что обеспечило экономию дизельного топлива 24,3 млн руб./год. Развитие данных вопросов в условиях рассматриваемой металлургической компании позволяет прогнозировать оптимизацию ее бюджета на транспортное обслуживание структурных подразделений в размере 3–5% в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы по результатам проведенных исследований состоят в следующем:

1. Промышленный автомобильный транспорт имеет признаки элемента производствен-

ной системы промышленного предприятия: соответствие автопарка нуждам производственных подразделений, а также графиков сменности водителей ритму работы основного производства; влияние основного заказчика на бюджет перевозчика и стоимость транспортных услуг; встроенность производственно-технической базы перевозчика в инфраструктуру основного заказчика.

2. Наличие организационно-технологической связи перевозчика с основным заказчиком транспортных услуг и специфика их взаимодействия делает практически бесполезным с аспекта надежности транспортного обслуживания передачу транспортной функции на аутсорсинг в полном объеме, что обуславливает необходимость осуществления перевозок автотранспортным подразделением или дочерним обществом основного заказчика.

3. Разработку решений по оптимизации затрат на автомобильные перевозки затрудняет конфликт интересов основного заказчика и его автотранспортного подразделения. Компенсацию конфликта интересов обеспечивает планирование основным заказчиком на отчетный период времени нижней границы планового показателя снижения затрат на автомобильные перевозки, обязательный для выполнения перевозчиком.

4. Максимум экономии бюджета основного заказчика на транспортное обслуживание своих подразделений, а также условия его достижения, заключающиеся в наличии у исполнителя автотранспортных услуг резервов производительности или времени использования подвижного состава, отсутствие сбоев в производственном процессе основного заказчика вследствие реализации оптимизационных мероприятий, обязательное выполнение перевозчиком показателя снижения затрат позволяет сформировать целевую функцию и систему ограничений оптимизационной экономико-математической модели.

5. Для удобства работы с предложенным математическим инструментарием был создан алгоритм выработки решений по оптимизации затрат, который процедуру экономико-математического моделирования увязывает с последующими этапами проведения исследования. Основу предлагаемого алгоритма составляют: оптимизационная экономико-математическая модель, плановый показатель снижения затрат на автомобильные перевозки; инструментарий поиска резервов использования подвижного состава в подразделениях основного заказчика.

6. Выбор решения по оптимизации затрат на автомобильные перевозки зависит от источника резервов использования автотранспорта в подразделениях основного заказчика. Источниками резервов являются: нерегламентированные простои автотранспорта в подразделениях заказчика; несоответствие эксплуатационных параметров автомобиля весогабаритным характеристикам перевозимого груза; рассогласованность взаимодействия участников транспортного процесса; неудовлетворительная достоверность планирования заказчиком своих потребностей в автотранспорте.

7. Математический аппарат оценки имеющихся у перевозчика резервов использования автотранспорта базируется: на определении разности величины общего простоя транспорта в подразделениях заказчика, его простоя под погрузкой-выгрузкой и вспомогательными технологическими операциями; на сумме неиспользованного тоннажа грузоподъемности или неиспользуемой грузоместимости по рассматриваемой группе автомобилей; на установлении возможности обоснованного закрепления одного транспортного средства за несколькими заказчиками; на суммировании объема автотранспортных услуг, оказанных структурным подразделениям основного заказчика по нерегламентированным заявкам транспортными средствами рассматриваемой группы за расчетный период.

8. Инструментами автоматизированного мониторинга резервов использования автотранспорта в структурных подразделениях основного заказчика являются информационно-программные средства планирования и организации взаимодействия участников транспортного процесса на основе автоматизированной системы нормирования и контроля сверхнормативных простоев автотранспорта, системы централизации диспетчерского управления автотранспортом и регламентирующего графика технологических перевозок.

9. Наличие примеров успешной реализации предлагаемых методических рекомендаций на практике, а также положительного экономического эффекта позволяет утверждать о научной состоятельности и практической целесообразности результатов проведенного исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курганов В.М., Грязнов М.В. Управление надежностью транспортных систем и про-

цессов автомобильных перевозок: монография. Магнитогорск: Изд-во «Магнитогорский Дом печати», 2013. 318 с.

2. Курганов В.М., Грязнов М.В., Мукаев В.Н. Интермодальные схемы экспортных поставок метизной продукции // Соискатель: приложение к журналу «Мир транспорта». 2015. № 2 (10). С. 60–67.

3. Грязнов М.В., Мукаев В.Н., Царицинский А.Г. Автоматизированная система контроля работы автотранспорта промышленного предприятия: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 91 с.

4. Дорофеев А.Н. Эффективное управление автоперевозками (Fleet management): монография. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. 196 с.

5. Баев И.А., Галкина Н.В., Каплан А.В. Методы управления процессом адаптации горнодобывающего предприятия: Препринт / N17 НТЦ- НИИОГР. Челябинск, 2000. 20 с.

6. Блинов В.М. Об эффективности адаптации горнодобывающих предприятий / В.М. Блинов, В.А. Галкин, Н.В. Галкина, А.М. Макаров. Проблемы адаптации предприятий: Труды НТЦ-НИИОГР. Вып. 4. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 5–7.

7. Барлоу Р, Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. М.: Наука, 1984. 488 с.

8. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 702 с.

9. Райншке К. Модели надежности и чувствительности систем. Пер. с нем. под ред. Б.А. Козлова. М.: Мир, 1979. 452 с.

10. Уткин Э.А., Фролов Д.А. Управление рисками предприятия. М.: Издательство: ТЕИС, 2003. 248 с.

11. Marlin U. Tomas Reliability and warranties. OZON.ru. 2006.

12. Neil B. Bloom Reliability centered maintenance. McGraw-Hill, 2006.

REFERENCES

1. Kurganov V.M., Gryaznov M.V. *Upravlenie nadezhnost'ju transportnyh sistem i processov avtomobil'nyh perevozok* [Management of the transport systems' reliability and processes of automobile transportation]. Magnitogorsk, Magnitogorsk Printing House, 2013. 318 p. (in Russian)

2. Kurganov V.M., Gryaznov M.V. Mukaev V.N. Intermodal'nye shemy jeksportnyh postavok metiznoj produkcii [Intermodal schemes of hardware products' export supplies]. Applicant - an

attachment to the journal *The World of Transport*, 2015, no 2 (10), pp. 60–67. (in Russian)

3. Gryaznov M.V., Mukaev V.N., Caricinskij A.G. *Avtomatizirovannaya sistema kontrolya raboty avtotransporta promyshlennogo predpriyatiya* [Automated control system of motor transport work of the industrial enterprise]. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2016. 91 p. (in Russian)

4. Dorofeev A.N. *Effektivnoe upravlenie avtoperevozkami (Fleet management)* [Effective management of the automobile transportation (Fleet management)]. Moscow, Publishing and trading Corporation "Dashkov & Co", 2012. 196 p. (in Russian)

5. Baev I.A., Galkina N.V., Kaplan A.V. *Metody upravleniya processom adaptacii gorno-dobyvayushchego predpriyatiya* [Methods of management by the adaptation process in the mining enterprise]. Chelyabinsk, 2000. 20 p. (in Russian)

6. Blinov V.M., Galkin V.A., Galkina N.V., Makarov A.M. Ob ehffektivnosti adaptacii gornodo-byvayushchih predpriyatij [About efficiency of the mining enterprises' adaptation]. Trudy NTC-NIIOGR [Proceedings NTC-NIIOGR], 2000, Iss. 4, pp. 5–7. (in Russian)

7. Barlow R, Proshan F. *Statisticheskaya teoriya nadezhnosti i ispytaniya na bezotkaznost'* [Statistical theory of reliability and reliability tests]. Moscow, Science, 1984. 488 p. (in Russian)

8. Polovko A.M., Gurov S.V. *Osnovy teorii nadezhnosti* [Fundamentals of reliability theory]. Saint-Petersburg, BHV-Peterburg, 2006, 702 p. (in Russian)

9. Rajnshke K. Modeli nadezhnosti i chuvstvitel'nosti sistem [Models of the systems' reliability and sensitivity]. Moscow, peace, 1979. 452 p. (in Russian)

10. Utkin E.H.A., Frolov D.A. *Upravlenie riskami predpriyatiya* [Enterprise risk management]. Moscow, Publisher TEIS, 2003. 248 p. (in Russian)

11. Marlin U. Tomas Reliability and warranties. OZON.ru. 2006.

12. Neil B. Bloom Reliability centered maintenance. McGraw-Hill, 2006.

Поступила 13.09.2018, принята к публикации 19.10.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Курганов Валерий Максимович – д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», проф. кафедры математики, статистики и информатики в экономике, ORCID 0000-0001-8494-2852 (170100, Россия, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33, glavreds@gmail.com).

Мукаев Владимир Николаевич – ООО «Автотранспортное управление», начальник управления эксплуатации, ORCID 0000-0002-2804-426 (455007, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Пржевальского, д. 4, mukaev.vn@atu.mmk.ru).

Грязнов Михаил Владимирович – д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», доц. кафедры логистики и управления транспортными системами, ORCID 0000-0003-3142-1089 (455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38, gm-autolab@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kurganov Valery Maksimovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Mathematics, Statistics and Informatics in Economy Department, Tver State University, ORCID ID 0000-0001-8494-2852 (170100, Russia, Tver, 33, Zhelyabov St., e-mail: glavreds@gmail.com).

Mukayev Vladimir Nikolaevich – Automobile Transport Enterprise, Head of the Operation Department ORCID 0000-0002-2804-426 (455007, Russia, Chelyabinsk Region, Magnitogorsk, 4, Przhevalsky St., e-mail: mukaev.vn@atu.mmk.ru).

Gryaznov Mikhail Vladimirovich – Doctor of Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Logistics and Management in Transport Systems Department, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, ORCID 0000-0003-3142-1089 (455000, Russia, Chelyabinsk Region, Magnitogorsk, 38, Lenin Ave., e-mail: gm-autolab@mail.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Курганов Валерий Максимович – научное руководство исследованием, включая формулировку проблемы, ее актуальность, идеи работы, постановку задач, формирование общей схемы проведения исследования, контроль корректности используемой терминологии и полученных результатов. Научная редакция статьи и отчетных материалов.

Мукаев Владимир Николаевич – разработка оптимизационной экономико-математи-

ческой модели, математического аппарата оценки резервов использования транспорта, формирование массива исходной информации, разработка алгоритма выработки решений по оптимизации затрат, обоснование рекомендаций по формированию инструментов мониторинга резервов использования автомобильного транспорта, написание статьи.

Грязнов Михаил Владимирович – анализ научной и нормативно-правовой литературы по изучаемой проблеме, систематизация организационно-технологических особенностей функционирования промышленного автомобильного транспорта на современном этапе развития, методическая поддержка в разработке экономико-математической модели оптимизации затрат на автомобильные перевозки и математического аппарата идентификации невостребованных резервов. Формулировка принципа обеспечения баланса интересов участников транспортного процесса в снижении затрат на перевозки, корректировка стиля изложения статьи.

AUTHORS CONTRIBUTION

Kurganov Valery Maksimovich – scientific management of the research, including the formulation of the problem, its relevance, idea of research, statement of tasks, formation of the general scheme of the research conduction, control of the terminology correctness and of the received results. Scientific edition of the article and reporting materials.

Mukayev Vladimir Nikolaevich – development of economic-mathematical model optimizing, mathematical apparatus of assessment of transport reserves, formation of the initial information array, development of an algorithm of decisions' development on expenses optimization, recommendations' justification about formation of the reserves monitoring instruments, article compiling.

Gryaznov Mikhail Vladimirovich – analysis of scientific and standard and legal literature, systematization of organizational and technological features of the industrial motor transport functioning at the present development stage, methodical support in economic-mathematical model development of the costs optimization in automobile transportations and a mathematical apparatus of the reserves identification. Formulation of the ensuring balance principle of participants' interests in transport process for transportation cost reducing, article style editing.