

УДК 656.13.073:66(470.45)
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-858-877>
EDN: QYMBMX
Научная статья



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В БЛИЖНЕЕ И ДАЛЬНЕЕ ЗАРУБЕЖЬЕ

А. В. Куликов^{1*}, П. А. Павлов^{1,2}, А. А. Куликов¹

¹Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Россия

²ООО «Альфа Трейд»,
г. Москва, Россия

AlekseyKulikov2007@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4395-590X>

pavel-pavlov87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3420-3909>

v2xoda@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5297-485X>

*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Промышленный сектор России является важнейшим сегментом экономики страны. До начала 21-го века крупные химические предприятия России были ориентированы на внутренний рынок. Существовала сформированная еще в СССР так называемая стратегия снабжения союзных социалистических республик. Продукция химической промышленности в основном перевозилась автомобильным транспортом по городу и в соседние области, основной грузопоток на более дальние расстояния осваивал железнодорожный и речной транспорт. В настоящее время крупнейшее предприятие химической отрасли Волгоградской области АО «Каустик» проводит активные экспортные поставки в страны Европы, Южной Америки и Азии. Для выполнения международных перевозок продукции предприятия используются наемные тягачи с полуприцепами, отвечающие всем современным стандартам экологической безопасности. Активно происходит взаимодействие автомобильного транспорта с железнодорожным, речным, морским, организуются эффективные логистические мультимодальные системы доставки химической продукции. Со странами Азии организуются автомобильные и железнодорожные перевозки продукции, со странами Европы – автомобильные, железнодорожные и морские, со странами Южной Америки – морские. Сегодня транспорт предприятия осуществляет международные мультимодальные перевозки в ближнее и дальнее зарубежье. Вопрос повышения эффективности работы автомобильного транспорта является актуальным. В работе рассмотрены звенья логистической системы перевозки химической продукции предприятия между странами по маршрутам «Россия – Нидерланды» и «Россия – Киргизия». Проведено сравнение автомобильных и железнодорожных перевозок по времени и стоимости на маршруте «Волгоград – Бишкек». Полная загрузка автотранспортного средства транспортными пакетами по расчету происходит с соблюдением нагрузок по осям тягача и полуприцепа. Повышение эффективности перевозок зависит от организации работы погрузочно-разгрузочных пунктов, пунктов таможенного контроля, движения по маршрутам, работы водителей. Исследованы статистические закономерности распределения времени выполнения элементов и операций в погрузочном пункте предприятия. Рассмотрены способы организации работы водителей автомобильного транспорта на международном маршруте «Волгоград – Бишкек – Волгоград», представлен расчет длительности выполнения элементов перевозочного процесса и их стоимости.

Материалы и методы. В работе используются методы статистического и экономического анализа данных функционирования химической промышленности региона. Применяются графо-аналитические методы для формирования транспортных пакетов и обеспечения полной загрузки автомобиля, методы определения кратчайших расстояний и составления маршрутов на транспортной сети. Используются методы организации работы водителей, обеспечивающие одиночную и турную работу на международном маршруте. Эффективность предложенных мероприятий оценивается экономическими методами.

Результаты. Выявлено, что химическая промышленность региона имеет устойчивое экономическое положение, позволяющее осваивать новые международные рынки. Исследованы звенья мультимодальной

© Куликов А. В., Павлов П. А., Куликов А. А., 2022



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

логистической системы доставки продукции предприятия по международным маршрутам «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды». Повышение эффективности перевозок зависит от организации погрузочно-разгрузочных пунктов. Проведен статистический анализ элементов и этапов перевозочного процесса каустической соды. Разработана схема размещения транспортных пакетов с мешками каустической соды в полуприцепе автотранспортного средства. Разработаны международные маршруты перевозки продукции АО «Каустик» с использованием автомобильного транспорта: «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды». Рассчитан режим работы автомобильного транспорта при выполнении международных перевозок с использованием турной и одиночной организации работы водителей. Рекомендована турная поездка как наиболее эффективный способ организации работы водителей при организации международных перевозок в ближайшее и дальнее зарубежье. Определена окончательная цена 1 т перевезенной продукции по маршруту «Волгоград – Бишкек». Эффективное функционирование автомобильного транспорта в международной логистической системе доставки каустической соды позволяет сократить транспортное время, транспортные затраты и уменьшить стоимость единицы продукции у конечного потребителя.

Выводы. В статье разработаны мероприятия, позволяющие совершенствовать организацию международных перевозок продукции АО «Каустик» с использованием автомобильного транспорта. Конечная цена 1 т продукции на складе г. Бишкека с учетом начальной стоимости гранулированной каустической соды и затрат на перевозку в случае организации одиночной езды водителя составит – 83246 руб./т, а при турной езде, соответственно, – 81355 руб./т.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: химическая продукция, каустическая сода, международные мультимодальные перевозки, эффективность мультимодальных перевозок, международная логистическая система, транспортный пакет, автотранспортное средство, одиночная езда, турная езда.

БЛАГОДАРНОСТИ: авторы выражают благодарность анонимным рецензентам за рассмотрение данной статьи.

Статья поступила в редакцию 12.05.2022; одобрена после рецензирования 06.12.2022; принята к публикации 19.12.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Для цитирования: Куликов А. В., Павлов П. А., Куликов А. А. Повышение эффективности мультимодальных перевозок химической продукции из Волгоградской области в ближнее и дальнее зарубежье // Вестник СиБАДИ. 2022. Т.19, № 6 (88). С. 858-877. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-858-877>

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-858-877>

EDN: QYMBMX

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MULTIMODAL TRANSPORTATION OF CHEMICAL PRODUCTS FROM THE VOLGOGRAD REGION TO THE NEAR AND FAR ABROAD

Alexey V. Kulikov^{1*}, Pavel A. Pavlov^{1,2}, Andrey A. Kulikov¹

¹Volgograd State Technical University,
Volgograd, Russia

²ALFA TRADE LLC, Moscow, Russia

AlekseyKulikov2007@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4395-590X>

pavel-pavlov87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3420-3909>

v2xoda@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5297-485X>

*corresponding author

© Kulikov A. V., Pavlov P. A., Kulikov A. A., 2022



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

ABSTRACT

Introduction. The industrial sector of Russia is the most important segment of the country's economy. Until the beginning of the 21st century, large chemical enterprises in Russia were focused on the domestic market. There was a so-called supply strategy formed back in the USSR for the Union Socialist republics. The products of the chemical industry were mainly transported by road around the city and to neighboring regions, the main cargo traffic for longer distances was mastered by rail and river transport. Currently, the largest chemical industry enterprise in the Volgograd region, AO Kaustik, is actively exporting to Europe, South America and Asia. To carry out international transportation of the company's products, hired tractors with semi-trailers that meet all modern standards of environmental safety are used. The interaction of road transport with rail, river, and sea is actively taking place, effective logistics multimodal systems for the delivery of chemical products are being organized. Road and rail transportation of products is organized with Asian countries, with European countries – by road, rail and sea, with South American countries - by sea. Today, the company's transport carries out international multimodal transportation to the near and far abroad. The issue of improving the efficiency of road transport is relevant. The paper considers the links of the logistics system of transportation of chemical products of the enterprise between the countries, along the routes: Russia – Netherlands and Russia – Kyrgyzstan. The comparison of road and rail transportation by time and cost on Volgograd – Bishkek route is carried out. The full loading of the vehicle with transport packages according to the calculation takes place in compliance with the loads on the axles of the tractor and semi-trailer. Improving the efficiency of transportation depends on the organization of loading and unloading points, customs control points, movement along routes, and the work of drivers. The statistical regularities of the distribution of the execution time of elements and operations in the loading point of the enterprise are investigated. The ways of organizing the work of motor transport drivers on the international Volgograd – Bishkek – Volgograd route are considered, the calculation of the duration of the elements of the transportation process and their cost is presented.

Materials and methods. The paper uses methods of statistical and economic analysis of data on the functioning of the chemical industry in the region. Graph-analytical methods are used to form transport packages and ensure that the car is fully loaded. Methods for determining the shortest distances and drawing up routes on the transport network are used. Methods of organizing the work of drivers are used to ensure single and tour work on the international route. The effectiveness of the proposed measures is evaluated by economic methods.

Results. It is revealed that the chemical industry of the region has a stable economic situation that allows it to develop new international markets. The links of the multimodal logistics system for the delivery of the company's products along Volgograd – Bishkek and Volgograd – Netherlands international routes are investigated. Improving the efficiency of transportation depends on the organization of loading and unloading points. A statistical analysis of the elements and stages of the transportation process of caustic soda was carried out. A scheme for placing transport packages with bags of caustic soda in a semi-trailer of a motor vehicle has been developed. International routes of transportation of products of AO Kaustik using road transport have been developed: Volgograd – Bishkek and Volgograd – Netherlands routes. The mode of operation of motor transport when performing international transportation using tour and single organization of drivers' work is calculated. We recommend a tour trip as the most effective way to organize the work of drivers. Tour riding is recommended as the most effective way of organizing the work of road transport in the organization of international transportation to near and far abroad. The final price of 1 ton of transported products on the Volgograd – Bishkek route has been determined. The effective functioning of road transport in the international logistics system for the delivery of caustic soda allows you to reduce transport time, transport costs and reduce the cost of a unit of production for the end user.

Conclusions. The article develops measures to improve the organization of international transportation of products of JSC "Caustic" using road transport. The final price of 1 ton of products in the Bishkek warehouse, taking into account the initial cost of granular caustic soda and transportation costs in the case of organizing a single driver's ride, will be 83246 rubles/ton, and for tour driving, respectively, 81355 rubles/ton.

KEYWORDS: Chemical products, caustic soda, international multimodal transportation, multimodal transportation efficiency, international logistics system, transport package, motor vehicle, single ride, tour ride.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors express their gratitude to the anonymous reviewers for reviewing this article.

The article was submitted 12.05.2022; approved after reviewing 06.12.2022; accepted for publication 19.12.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Kulikov A.I. V., Pavlo P. A., Kulikov A. A. Improving the efficiency of multimodal transportation of chemical products from the Volgograd region to the near and far abroad. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022; 19 (6): 858-877. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-858-877>

ВВЕДЕНИЕ

Промышленный сектор России является важнейшим сегментом экономики страны. До начала 21-го века крупные химические предприятия России были ориентированы на внутренний рынок. Существовала сформированная еще в СССР так называемая стратегия снабжения союзных социалистических республик. Химическая промышленность России считается одним из перспективных направлений производства страны. Без продукции нефтехимического и химического сектора не может обойтись практически ни одна отрасль производства. Е. В. Кулясова в своей статье «Химическая промышленность в России: современное состояние и проблемы развития» отмечает, что химическая промышленность является одной из тех немногих отраслей промышленности, которая производит не только бытовые изделия и товары, но и продукцию для машиностроения, металлургии, нефтехимии и нефтепереработки, агропромышленного и оборонного комплексов, медицины и фармакологии, для разведки и добычи полезных ископаемых и т. д. [1].

Химическая отрасль России включает два десятка подотраслей, производя при этом примерно 16 тыс. видов продукции. На территории Российской Федерации насчитывается 1038 крупных предприятий химической промышленности.

На рисунке 1 представлен товарооборот России в секторе «Продукция химической промышленности»^{1,2} за 2017–2020 гг.

По данным статистики рисунка 1 товарооборот России в секторе «Продукция химической промышленности» за 2020 г. составил 45,5 млрд долл., уменьшившись с аналогичным периодом 2019 г. на 14,4%. Экспорт из России за 2020 г. составил 16,1 млрд долл., уменьшившись на 16,5% в соответствии с предыдущим 2019 г. В основном экспортировались: удобрения – 43% (поставки в Бразилию, Эстонию, Китай) [2]; продукты неорганической химии – 17% (поставки на Украину (8%), в Эстонию (7%), Турцию (7%)); органические химические соединения – 15% (поставки в Финляндию (19%), Нидерланды (14%), Беларусь (9%)). Импорт в Россию за 2020 г. составил 29,4 млрд долл., уменьшившись на 13,26% в соответствии с предыдущим 2019 г.

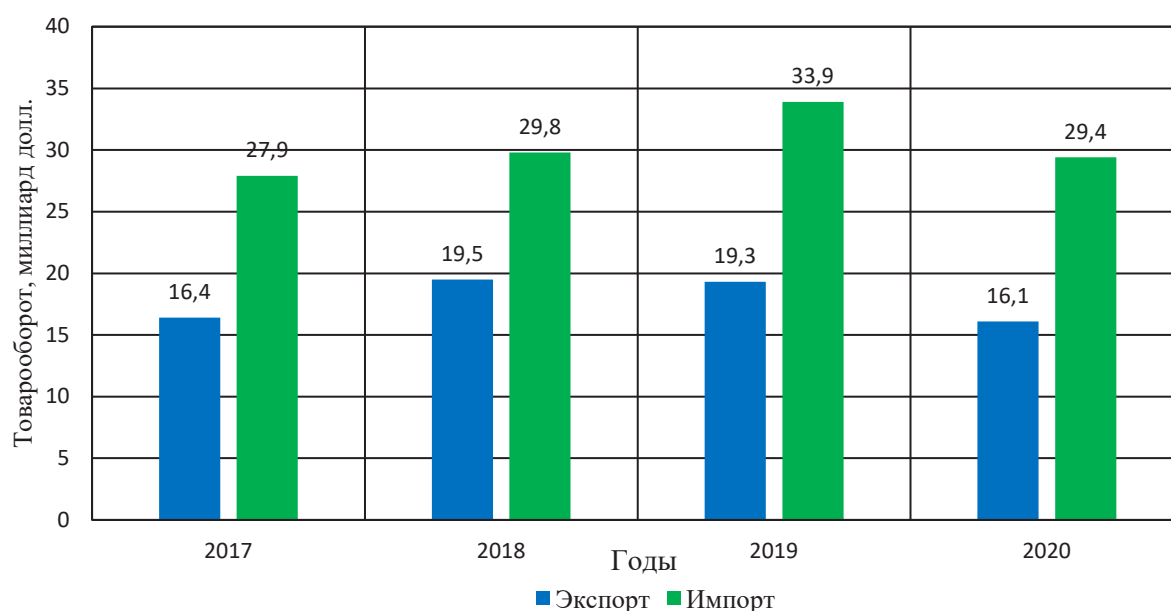


Рисунок 1 – Товарооборот России в секторе «Продукция химической промышленности» за 2017–2020 гг.
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Russia's trade turnover in the Chemical Industry Products sector for 2017–2020
Source: compiled by the authors.

¹ Официальная статистика // Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru>. (дата обращения: 12.05.22)

² АО «Каустик»: офиц. сайт. Режим доступа : <https://www.kaustik.ru/ru/> (дата обращения: 12.05.22)

В основном импортировались: фармацевтическая продукция – 37% (поставки из Германии, США, Италии); органические химические соединения – 16% (поставки из Китая (39%), Германии (11%), Индии (8%)); прочие химические продукты – 12% (поставки из Германии (18%), США (13%), Китая (12%)); продукты неорганической химии – 10% (поставки из Украины (21%), Казахстана (20%), Австралии (15%)); эфирные масла и резиноиды, парфюмерные, косметические, туалетные средства – 10% (поставки из Франции, Германии, Италии); краски, лаки, мастики и др. – 6% (поставки из Германии, Италии, Китая); мыло, ПАВ, моющие средства, смазочные материалы, воски, свечи, пасты, пластилин – 5% (поставки из Германии, Франции, Китая); белковые вещества, модифицированные крахмалы, клеи, ферменты – 3% (поставки из Германии, Китая, Франции)^{2,3}.

Продукция химической промышленности в основном перевозилась автомобильным транспортом по городу и в соседние области, основной грузопоток на более дальние расстояния осваивал железнодорожный и речной транспорт. В настоящее время крупнейшее предприятие химической отрасли Волгоградской области АО «Каустик» проводит активные экспортные поставки в стран Европы, Южной Америки и Азии. Современная политическая ситуация дает возможность бурному развитию торговых отношений со странами Азии. Перспективные направления развития транспортно-логистических систем с устойчивыми связями России и стран Азии проанализированы в современных научно-исследовательских работах^{3,4,5,6}.

Для выполнения международных перевозок продукции предприятия используются наемные тягачи с полуприцепами, отвечающие

всем современным стандартам экологической безопасности. Активно происходит взаимодействие автомобильного транспорта с железнодорожным, речным, морским, организуются эффективные логистические мультимодальные системы доставки химической продукции. Со странами Азии организуются автомобильные и железнодорожные перевозки продукции, со странами Европы – автомобильные, железнодорожные и морские, со странами Южной Америки – морские. Сегодня транспорт предприятия осуществляет международные мультимодальные перевозки в ближнее и дальнее зарубежье. Вопрос повышения эффективности работы автомобильного транспорта является актуальным. В работе рассмотрены звенья логистической системы, перевозки химической продукции предприятия между странами по маршрутам «Россия – Нидерланды» и «Россия – Киргизия». Проведено сравнение автомобильных и железнодорожных перевозок по времени и стоимости на маршруте «Волгоград – Бишкек». Полная загрузка автотранспортного средства транспортными пакетами по расчету происходит с соблюдением нагрузок по осям тягача и полуприцепа. Повышение эффективности перевозок зависит от организации работы погрузочно-разгрузочных пунктов, пунктов таможенного контроля, движения по маршрутам, работы водителей. Исследованы статистические закономерности распределения времени выполнения элементов и операций в погрузочном пункте предприятия. Рассмотрены способы организации работы водителей автомобильного транспорта на международном маршруте «Волгоград – Бишкек – Волгоград», представлен расчет длительности выполнения элементов перевозочного процесса и их стоимости.

³ Суханов Д. Д. Анализ транспортно-логистических связей России и Киргизии / Д. Д. Суханов // Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 26–30 апреля 2021 г.): тез. докл. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ, Отд. координации науч. исследований молодых ученых УНИИ, Общество молодых ученых. Волгоград, 2021. 163 с.

⁴ Чикалов Е. С. Анализ состояния развития транспортно-логистических систем России и Казахстана / Е. С. Чикалов // Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 26–30 апреля 2021 г.): тез. докл. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ, Отд. координации науч. исследований молодых ученых УНИИ, Общество молодых ученых. Волгоград, 2021. 155 с.

⁵ Петрова М. В. Анализ транспортно-логистических систем России и Китая / М. В. Петрова // Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 26–30 апреля 2021 г.): тез. докл. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ, Отд. координации науч. исследований молодых ученых УНИИ, Общество молодых ученых. Волгоград, 2021. 161 с.

⁶ Вальковская А. А. Совершенствование организации перевозок продукции АО «Каустик» автомобильным транспортом / А. А. Вальковская, Ю. С. Солтанов // Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 25–29 апреля 2022 г.): тез. докл. / редкол.: С. В. Кузьмин; ВолгГТУ, Отд. координации науч. исследований молодых ученых УНИИ. Волгоград, 2022. С. 95–96.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе используются методы статистического и экономического анализа данных функционирования химической промышленности региона. Применяются графоаналитические методы для формирования транспортных пакетов и обеспечения полной загрузки автомобиля. Методы определения кратчайших расстояний и составления маршрутов на транспортной сети. Применяются методы организации работы водителей, обеспечивающие одиночную и турную работу на международном маршруте. Эффективность предложенных мероприятий оценивается экономическими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химическая промышленность Волгоградской области занимает лидирующие позиции в химической отрасли РФ по выпуску синтетической соляной кислоты, товарного хлора, жидкой и твердой каустической соды и др.

Производство продукции АО «Каустик» в Волгоградской области увеличивается с каждым годом, так как спрос на продукцию химической промышленности постоянно растет. За

последние 24 года объем перевозок выпускаемой продукции предприятия увеличился на 62%, это связано с постоянным увеличением потребности в химической продукции³.

Основными зарубежными клиентами предприятия являются: Киргизия, Казахстан, Бразилия, Беларусь, Нидерланды, Азербайджан и Китай.

На рисунке 2 представлены данные по объемам перевозок химической продукции основным зарубежным потребителям за 2020 г. (годовой объем составил более 79,9 тыс. т)³.

Анализ данных рисунка 2 показывает, что наибольший объем перевозок продукции (основным международным потребителям в 2020 г.) пришелся на Нидерланды (46 тыс. т). Нидерланды при населении 17,7 млн чел. потребляют продукции в 3,5 раза больше, чем Китай (в котором проживает 1443 млн чел.), то есть возможно сделать вывод, что Нидерланды не являются конечным потребителем, а представляют собой посредника в дальнейшей цепочке продвижения химической продукции волгоградского предприятия. Поставки продукции организуются международными мультимодальными логистическими системами и международными логистическими системами.

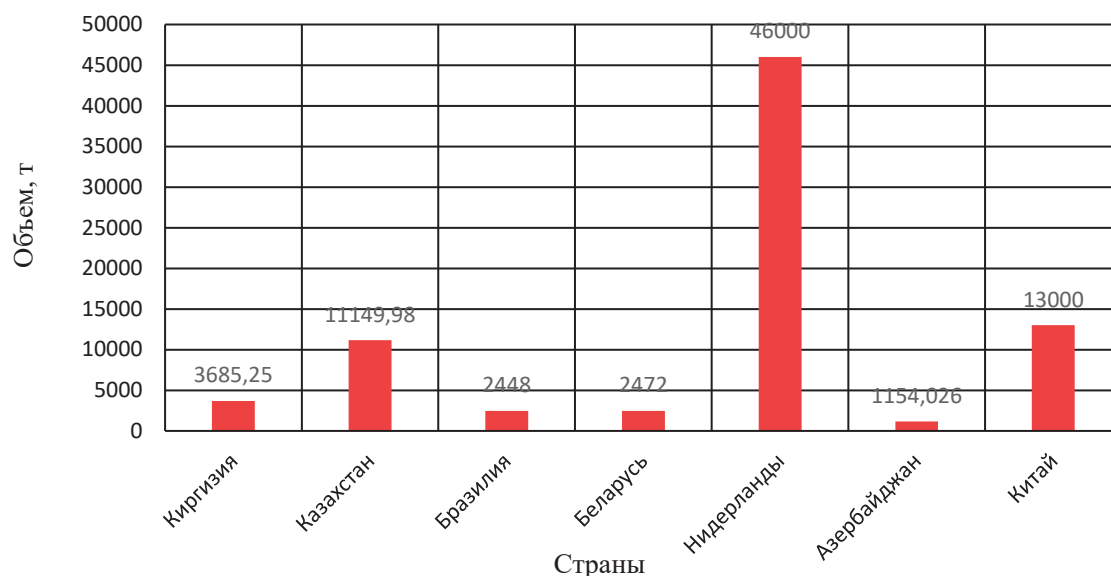


Рисунок 2 – Объем перевозок продукции основным потребителям международным сообществом
Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Volume of transportation of products to major consumers by international traffic
Source: compiled by the authors.

Таблица 1
Звенья логистической системы перевозки химической продукции по маршрутам «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды»
Источник: составлено авторами.

Table 1
Links of the logistics system for the transportation of chemical products on the routes «Volgograd – Bishkek» and «Volgograd – Netherlands»
Source: compiled by the authors.

Маршрут	Наименование	Автомобильный транспорт с использованием паромной переправы (морской транспорт)	Автомобильный транспорт
Волгоград – Нидерланды	Подготовка груза к перевозке	12 ч 20 мин	12 ч 20 мин
	Погрузка	42 мин	42 мин
	Транспортирование	3 дн. 12 ч 44 мин	1 дн. 20 ч 12 мин
	Прохождение границы	8 ч	8 ч
	Разгрузка	1 ч	1 ч
	Затраты на транспортирование	234 тыс. руб.	146 тыс. руб.
Волгоград – Бишкек (перевозка каустической соды)	Наименование	Железнодорожный транспорт	Автомобильный транспорт
	Подготовка груза к перевозке	1 дн. 12 ч 36 мин	12 ч 20 мин
	Погрузка	50 мин	42 мин
	Транспортирование	19 дн.	1 дн. 23 ч 32 мин
	Прохождение границы	8 ч	8 ч
	Разгрузка	50 мин	1 ч
	Затраты на транспортирование	300 тыс. руб.	153 тыс. руб.

Объемы экспортных поставок (79,9 тыс. т) химической продукции завода в 2020 г. составляли 76,2 % от объема внутренних поставок (104,9 тыс. т) для нужд страны и 43,2% от суммарного объема производства. Экспортные мультимодальные отправки задействуют почти половину мощности и площади склада готовой продукции и требуют своевременной и быстрой отгрузки как на автомобильный, так и на железнодорожный транспорт.

Мультимодальная перевозка – это перевозка грузов, которая осуществляется несколькими видами транспорта (сухопутный, водный и воздушный) и требует оформления единого перевозочного документа на весь путь следования. Такие перевозки получили широкое распространение в мире и показали свою высокую эффективность. В настоящей работе рассматривается организации автомобильных перевозок в международном сообщении,

с учетом рекомендаций в организации режима труда и отдыха водителей⁷.

В таблице 1 представлены характеристики звеньев международной логистической системы перевозки химической продукции по маршрутам: «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды».

Для перевозки грузов АО «Каустик» имеет собственный подвижной парк грузовых автомобилей и спецтехники. В структуре собственного грузового автопарка предприятия преобладают бортовые автомобили, самосвалы и седельные тягачи. Собственные автотранспортные средства предприятия за последние 20 лет сократились более, чем в 2 раза. В основном всю продукцию, которую производит предприятие, перевозят получателям грузовыми автомобилями с тентованным кузовом (сыпучие грузы) и в автоцистернах (жидкие грузы)⁴.

⁷ Курганов В. М. Международные перевозки: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.М. Курганов, Л.Б. Миротин; под ред. Л.Б. Миротина. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 304 с.

Таблица 2

Характеристика перевозимой химической продукции
в мешках разного веса в транспортном пакете на финском паллете
Источник: составлено авторами.

Table 2

Characteristics of transported chemical products in bags of different weights
in a transport package on a Finnish pallet
Source: compiled by the authors.

Вес одного мешка, кг	Число мешков на паллете, шт.	Вес паллеты, кг	Вес транспортного пакета, кг
5	240	22	1222
19	60	22	1162
20	63	22	1282
22	56	22	1254
25	48	22	1222
30	45	22	1372

Логистам предприятия приходится решать сложные задачи, связанные с развитием собственного автопарка и передачей грузов наемному, это обязывает проводить дополнительные расчеты по формированию затрат в сравнении возможных вариантов с учетом возникновения рисков [3]. Предприятие использует для организации международных перевозок наемный транспорт, в основном седельные тягачи с полуприцепами.

Повышение эффективности перевозок зависит от организации работы погрузочно-разгрузочных пунктов. Важное значение необходимо уделять подготовке партии груза для отправки международным сообщением. В таблице 2 представлена характеристика перевозимой химической продукции в мешках разного веса в транспортном пакете на финском паллете. Рассмотрим пример загрузки полуприцепа мешками весом 30 кг с каустической содой. На первом этапе определяется характеристика транспортного пакета. Применение метода геометрической интерпретации линейного программирования (графоаналитический метод)⁸ позволило из широко распространенных видов паллет определить оптимальный финский (1200×1000), на котором был сформирован транспортный пакет, состоящий из девяти рядов, по пять мешков в каждом.

На рисунке 3 приведена разработанная

схема размещения транспортных пакетов (1200×1000×1140) с мешками (30 кг) каустической соды в автотранспортном средстве (внутренние размеры платформы 13600×2450) с учетом требований распределения веса груза по осям подвижного состава (таблица 3, 4).

Число транспортных пакетов $n_{\text{тп}}$, которое может быть загружено в автотранспортное средство, рассчитывается исходя из его номинальной грузоподъемности $q_{\text{н}}$:

$$n_{\text{тп}} = \frac{q_{\text{н}}}{q_{\text{тп}}}, \quad (1)$$

где $q_{\text{тп}}$ – вес транспортного пакета, предназначенного к перевозке, т.

Полученное значение $n_{\text{тп}}$ округляется до целого значения, которое окончательно устанавливается после графической проверки расположения транспортных пакетов на платформе полуприцепа.

Критерием правильности выбора автомобиля является величина коэффициента использования его статической грузоподъемности γ_c :

$$\gamma_c = \frac{n_{\text{тп}} \times q_{\text{тп}}}{q_{\text{н}}}, \quad (2)$$

γ_c – должен находиться в пределах от 0,9 до 1,1.

⁸ Сулименова Е. Р. Эффективные математические методы в транспортно-логистическом обслуживании малых предприятий г. Волгограда / Е. Р. Сулименова // Конкурс научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 26–30 апреля 2021 г.): тез. докл. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ, Отд. координации науч. исследований молодых ученых УНИИ, Общество молодых ученых. Волгоград, 2021. 151 с.

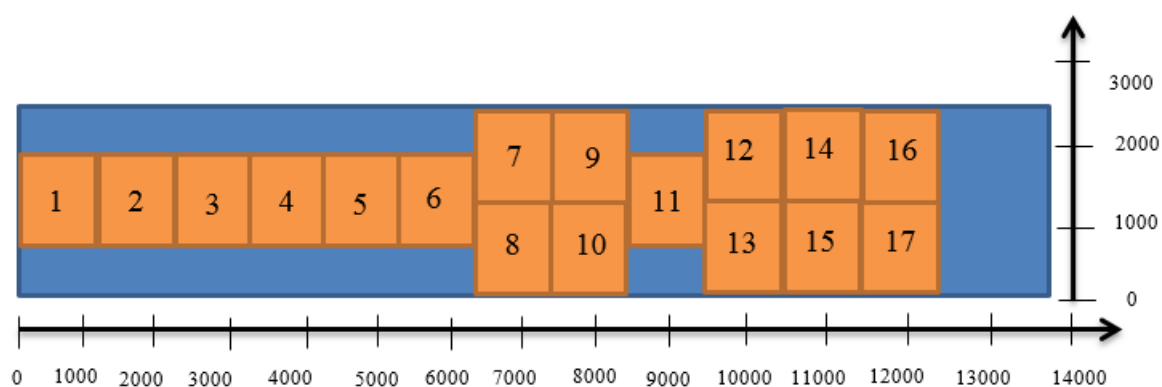


Рисунок 3 – Схема размещения транспортных пакетов с мешками каустической соды в автотранспортном средстве
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Layout of transport packages with bags of caustic soda in a motor vehicle
Source: compiled by the authors.

Таблица 3
Весогабаритные параметры автотягачей АО «Каустик»
Источник: составлено авторами.

Table 3
Weight and size parameters of auto-tractors of AO Kaustik
Source: compiled by the authors.

Марка	База автомобиля, м	Расстояние от передней оси до седельного устройства, м	Высота седельного устройства, м	Расстояние между осями тележки, м	Масса пустого автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, т	Масса пустого автомобиля, приходящаяся на заднюю ось, т	Вес автомобиля, т
DAF95.360	3,6	3,13	1,16	-	5,225	2,19	20,5
Scania144G	3,3	3,04	1,16	-	5,08	1,69	18
IVECO 260	3,87	3,64	1,29	1,35	4,53	3,67	24,5

Таблица 4
Весовые и габаритные параметры полуприцепов АО «Каустик»
Источник: составлено авторами.

Table 4
Weight and overall parameters of semi-trailers of the AO Kaustik
Source: compiled by the authors.

Марка	Высота кузова, м	Расстояние от седла до оси тележки полуприцепа, м	Расстояние от седла до центра тяжести груза, м	Расстояние между осями тележки, м	Расстояние между осями тележки, м	Масса, приходящаяся на седло, т	Масса, приходящаяся на заднюю тележку, т	Вес полуприцепа, т
Trailor Savoyard ECO	2,79	7,69	15,1	1,301	1,301	1,41	5,52	34
Trailor Fourgon	2,79	7,69	5,12	1,301	1,301	1,3	5,76	34
Fruehauf	2,56	7,65	5,14	1,31	1,31	1,6	6,2	34

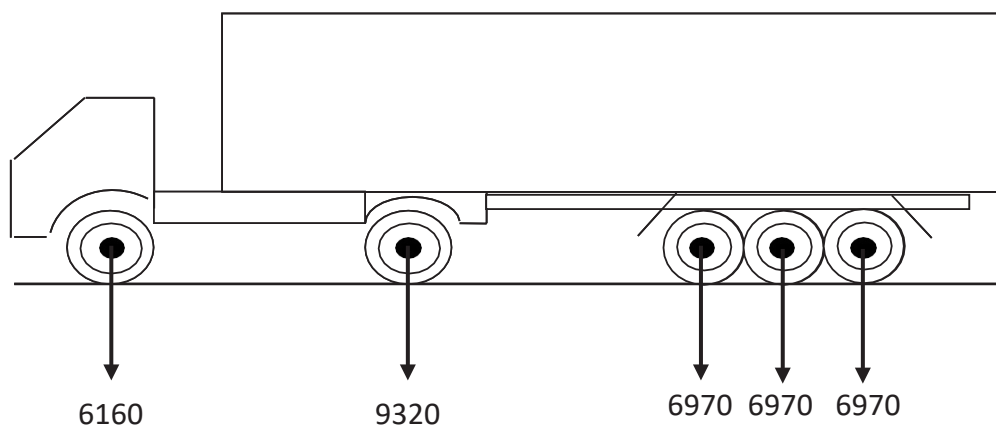


Рисунок 4 – Распределение нагрузки на оси автотранспортного средства при размещении 17 транспортных пакетов с мешками (30 кг)
Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Load distribution on the axles of the vehicle when placing 17 transport packages with bags (30 kg)
Source: compiled by the authors.

Правильное размещение транспортных пакетов на платформе автотранспортного средства позволяет избежать перегруза по осям при полном использовании его грузоподъемности. Целый ряд работ посвящен изучению практического вопроса размещения грузов на платформе транспортного средства⁹ [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Используя методику, представленную в перечисленных работах, была получена оптимальная схема размещения 17 транспортных пакетов (рисунок 6) общим весом 23324 кг с каустической содой на платформе полуприцепа. Распределение нагрузки по осям представлено на рисунке 4.

Распределенная по осям нагрузка (см. рисунок 4) не превышает допустимой при организации международных перевозок, приведенная в приказе Министерства транспорта РФ от 24 марта 2022 г. № 95.

Работа погрузочного пункта характеризуется вероятностными событиями¹⁰. В таблице 5 представлены результаты статистического анализа элементов и этапов перевозочного

процесса каустической соды транспортными пакетами на финском паллете.

Этап погрузки состоит из элементов: ожидания погрузки, маневрирования подвижного состава, погрузки и оформления документов. Ожидание погрузки автотранспортного средства составляет (см. таблицу 5) 8,39 мин, погрузка – 21,47 мин, оформление документов – 12,55 мин. Общее время пребывания автомобиля в этапе погрузки лежит в пределах от 42 до 60 мин.

В транспортном цикле время выполнения этапа погрузки оказывает весомое значение при организации перевозок на небольшие расстояния, а при организации перевозок в междугородном и международных сообщениях большее влияние оказывает техническая скорость автотранспортного средства¹¹ [11, 12, 13, 14, 15, 16]. Но неправильная организация работы погрузочного пункта может вовсе привести к отказам системы или к существенным сбоям в поставках.

⁹ Фирсова С. Ю. Снижение транспортных затрат за счёт выбора оптимального типа поддона при перевозке строительных грузов / С. Ю. Фирсова, А. В. Куликов // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы» Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. Волгоград, 2013. № 10 (113). С. 86–88.

¹⁰ Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. 3-е изд., испр. Москва: Горячая линия. Телеком, 2016. 560 с.

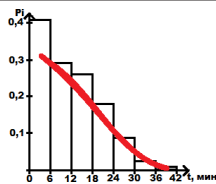
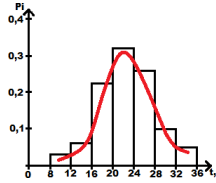
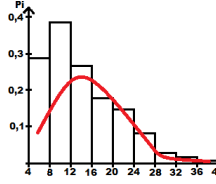
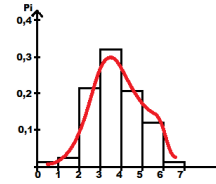
¹¹ Куликов А. В. Исследование влияния технической скорости на транспортные затраты при организации перевозок строительных грузов / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 4: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. Волгоград, 2011. № 12. С. 93–96.

Таблица 5

Статистический анализ элементов и этапов перевозочного процесса каустической соды
Источник: составлено авторами.

Table 5

Statistical analysis of the elements and stages of the transportation process of caustic soda
Source: compiled by the authors.

Элемент/ этап	Математическое ожидание	Вид закона распределения	Критерий Пирсона	Гистограмма распределения
Время ожидания погрузки	$M(t_1^n) = 8,39$ мин	Показательный закон $f(t_1^n) = 0,12 \cdot e^{-0,12t}$	2,198	
Время погрузки	$M(t_3^n) = 21,47$ мин	Нормальный закон $f(t_3^n) = 0,0833e^{-0,0218(t-21,467)^2}$	1,262	
Время оформления документов	$M(t_4^n) = 12,55$ мин	Закон Эрланга 3-го порядка $f(t_4^n) = \frac{0,29(0,29t)^3}{3!} \cdot e^{-0,29t}$	19,113	
Число прибытия автомобилей в пункт погрузки	$M(A) = 2,485$ ед.	Закон Пуассона $f(A) = \frac{(2,49)^x}{x!} \cdot e^{-2,49}$	0,771	

Международные перевозки готовой химической продукции АО «Каустик» выполняются с использованием железнодорожного, речного, морского и автомобильного транспорта. Существует множество проблем и возможных их решений при организации международных перевозок¹² [17]. Мультимодальные логистические системы перевозки массовых грузов очень хорошо себя зарекомендовали в последние годы [18, 19, 20]. Возможна организация мультимодальных перевозок в Киргизию, Казахстан, Бразилию, Беларусь, Ни-

дерланды, Азербайджан и Китай. На рисунке 5 представлены возможные международные маршруты перевозки продукции автомобильным транспортом. Рассмотрены маршруты, связывающие Россию и Нидерланды, Россию и Киргизию. Маршруты составлены с учетом трассировки маршрутов¹³ [21, 22]; особенностей перевозки опасного груза [23, 24]; соблюдения режима труда и отдыха водителей при автомобильных перевозках с использованием средств бортовой телематики [25].

¹² Куликов А. В. Организация международных перевозок на примере Волгоградской области / А. В. Куликов, А. М. Брынов // Изв. ВолгГТУ. Сер. Транспортные наземные системы: Межвуз. сб. науч. статей / ВолгГТУ. Волгоград, 2004. Вып. 1, № 3. С. 132–134.

¹³ Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2022616507 от 12 апреля 2022 г. Российская Федерация. Составление графа транспортной сети объектов города / А. В. Куликов, Р. В. Егоров, В. В. Шорин; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. 2022.



Рисунок 5 – Карта возможных международных маршрутов перевозки химической продукции по маршрутам «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды»
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Map of possible international routes for the transportation of chemical products on Volgograd – Bishkek and Volgograd – Netherlands routes

По направлению «Волгоград – Бишкек» разработано 3 возможных маршрута перевозки продукции: маршрут № 1: Волгоград – Астрахань – КПП «Котляевка» (Казахстан) – Кандыга-ш – Аральск – Байконур – Актобе – Мерке – КПП «Чалдовар» (Киргизия) – Бишкек (3400 км, 1 дн. 23 ч 32 мин); маршрут № 2: Волгоград – Камышин – Саратов – ПП «Погодаево» (Казахстан) – Уральск – Жымпиты – Аральск – Байконур – Актобе – Мерке – КПП «Чалдовар» (Киргизия) – Бишкек (3450 км, 2 дн. 1 ч 22 мин); маршрут № 3: Волгоград – Камышин – Саратов – ПП «Погодаево» (Казахстан) – Уральск – Жымпиты – Аральск – Байконур – Туркестан – Мерке – КПП «Чалдовар» (Киргизия) – Бишкек (3500 км, 1 дн. 22 ч 53 мин). Оптимальным по критерию наименьшего расстояния является маршрут № 1.

По направлению «Волгоград – Нидерланды» разработано 4 возможных маршрута, один из которых с использованием паромной переправы: маршрут № 1: Волгоград – Воронеж – Брянск – КПП «Звенчатка» (Беларусь) – Могилёв – Минск – ПП «Бобровники» (Польша) – Белосток – Варшава – Познань – ПП Франк-

фурт-на-Одере (Германия) – Кёнигс-Вустерхаузен – Магдебург – Ганновер – ПП Де-Поппе (Нидерланды) – Амстердам (3300 км, 1 дн. 20 ч 12 мин); маршрут № 2: Волгоград – Москва – Великие Луки – Латвия – Литва – Польша – Берлин (Германия) – Магдебург – Ганновер – ПП Де-Поппе (Нидерланды) – Амстердам (3700 км, 2 дн 41 мин); маршрут № 3: Волгоград – Москва – Смоленск – ПП «Застенки» (Беларусь) – Лошница – Минск – ПП «Бобровники» (Польша) – Белосток – Варшава – Познань – ПП Франкфурт-на-Одере (Германия) – Кёнигс-Вустерхаузен – Магдебург – Ганновер – ПП Де-Поппе (Нидерланды) – Амстердам (3400 км, 1 дн. 17 ч 43 мин); маршрут № 4 (паромный): Волгоград – Санкт-Петербург – ПА-РОМ (Санкт-Петербург – Травемюнде) – Любек (Германия) – Клоппенбург – Амстердам (Нидерланды) (3605 км, 3 дн. 12 ч 44 мин). Оптимальным по критерию наименьшего расстояния является маршрут № 1.

В таблице 6 приведен фрагмент рассчитанного графика работы водителя при турной езде. Значение технической скорости автотранспортного средства примем 55 км/ч.

Таблица 6
Фрагмент рассчитанного графика турной езды (Волгоград–Бишкек–Волгоград) 55 км/ч
Источник: составлено авторами.

Table 6
Fragment of the calculated tour schedule (Volgograd-Bishkek-Volgograd) 55 km/h
Source: compiled by the authors.

Название населенных пунктов	Расстояние, км	Итоговое расстояние, км	Время участка, ч:мин	Время работы, ч:мин	Суммарное время, ч:мин	Дни ездки, дн.
Погрузка и подготовительные работы	0	0	01:00	01:00	01:00	1-й день
Волгоград – село Грачи	162	162	2:56	3:56	3:56	
Отдых	0	162	0:15	3:56	4:11	
Село Грачи – село Восток	104	266	1:53	5:49	6:04	
Отдых	0	266	0:40	5:49	6:44	
Село Восток – Астрахань	125	391	2:16	8:05	8:00	
Отдых	0	391	0:15	8:05	8:15	
Астрахань – КПП «Котьяевка» (Казахстан)	78	469	1:25	9:30	9:40	
Отдых	0	469	0:15	9:30	9:45	
КПП «Котьяевка» (Казахстан) – село Зинеден	115	584	2:05	11:35	11:50	
Отдых	0	584	0:40	11:35	12:30	
Село Зинеден – село Аккистау	91	675	1:39	13:14	13:09	
Отдых	0	675	0:15	13:14	13:24	
Село Аккистау – село Коктогай	124	799	2:15	15:29	15:39	
Отдых	0	799	11:00	-	26:39	2-й день
Село Коктогай – село Карабау	161	960	2:55	2:55	29:34	
Отдых	0	960	0:15	2:55	29:49	
Село Карабау – село Миялы	130	1090	2:21	4:16	32:10	
Отдых	0	1090	0:40	4:16	32:50	
Село Миялы – село Сагиз	114	1204	2:04	6:20	34:54	
Отдых	0	1204	0:15	6:20	35:09	
Село Сагиз – село Караулкелды	96	1300	1:44	8:04	36:53	
Отдых	0	1300	0:15	8:04	37:08	
Село Караулкелды – г. Кандыагаш	152	1452	2:45	10:49	39:53	
Отдых	0	1459	0:15	10:49	40:08	
г. Кандыагаш – Эмба	97	1549	1:45	12:34	41:53	
Отдых	0	1549	0:40	12:34	42:33	
Эмба – село Монке Би	116	1665	2:06	14:40	44:39	
Отдых	0	1665	0:15	14:40	44:54	
Село Монке Би – Шалкар	64	1729	1:09	15:49	46:03	
..... (3-4-й день)						

Название населенных пунктов	Расстояние, км	Итоговое расстояние, км	Время участка, ч:мин	Время работы, ч:мин	Суммарное время, ч:мин	Дни ездки, дн.
Село Актобе – село Сарыкемер	127	3118	2:18	9:33	96:03	5-й день
Отдых	0	3118	0:15	9:33	96:18	
Село Сарыкемер – село Мерке	143	3261	2:36	12:09	98:54	
Отдых	0	3261	0:40	12:09	99:34	
Село Мерке – КПП «Чалдовар»	29	3290	0:31	12:40	100:05	
КПП «Чалдовар» – Бишкек	110	3400	2:00	14:40	102:05	
Разгрузка	0	3400	1:00	15:40	103:05	
Отдых	0	0	11:00	-	114:05	
Погрузка и подготовительные работы	0	0	01:00	01:00	115:05	
Бишкек – КПП «Чалдовар»	110	110	2:00	3:00	118:05	
..... (6-7-й день)						
Отдых	0	1671	11:00	-	174:11	8-й день
Шалкар – Село Монке Би	64	1735	1:09	1:09	175:20	
Отдых	0	1735	0:15	1:24	175:35	
Село Монке Би – Эмба	116	1851	2:06	3:30	177:41	
Отдых	0	1851	0:40	4:10	178:21	
Эмба – г. Кандыагаш	97	1948	1:45	5:55	180:06	
Отдых	0	1948	0:15	6:10	180:21	
г. Кандыагаш – село Караулкелды	152	2100	2:45	8:55	183:06	
Отдых	0	2100	0:15	9:10	183:21	
Село Караулкелды – село Сагиз	96	2196	1:44	10:54	185:05	
Отдых	0	2196	0:15	11:09	185:20	
Село Сагиз – село Миялы	114	2310	2:04	13:13	187:24	
Отдых	0	2310	0:40	13:53	188:04	
Село Миялы – село Карабау	130	2440	2:21	16:14	190:25	
Отдых	0	2440	0:15	16:29	190:40	
Село Карабау – село Коктогай	161	2601	2:55	19:24	193:35	
Отдых	0	2601	11:00	-	204:35	
Село Коктогай – село Аккистау	124	2725	2:15	2:15	206:50	
Отдых	0	2725	0:15	2:30	207:05	
Село Аккистау – село Зинеден	91	2816	1:39	4:09	208:44	
Отдых	0	2816	0:40	4:49	209:24	
Село Зинеден – КПП «Котьяевка» (Казахстан)	115	2931	2:05	6:54	211:29	9-й день
Отдых	0	2931	0:15	7:09	211:44	
КПП «Котьяевка» (Казахстан) – Астрахань	78	3009	1:25	8:34	213:09	
Отдых	0	3009	0:15	8:49	213:24	
Астрахань – село Восток	125	3134	2:16	11:05	215:40	
Отдых	0	3134	0:40	11:45	216:20	10-й день
Село Восток – село Грачи	104	3238	1:53	13:38	218:13	
Отдых	0	3238	0:15	13:53	218:28	
Село Грачи – Волгоград	162	3400	2:56	16:09	221:24	
Разгрузка	0	3400	1:00	17:09	222:24	

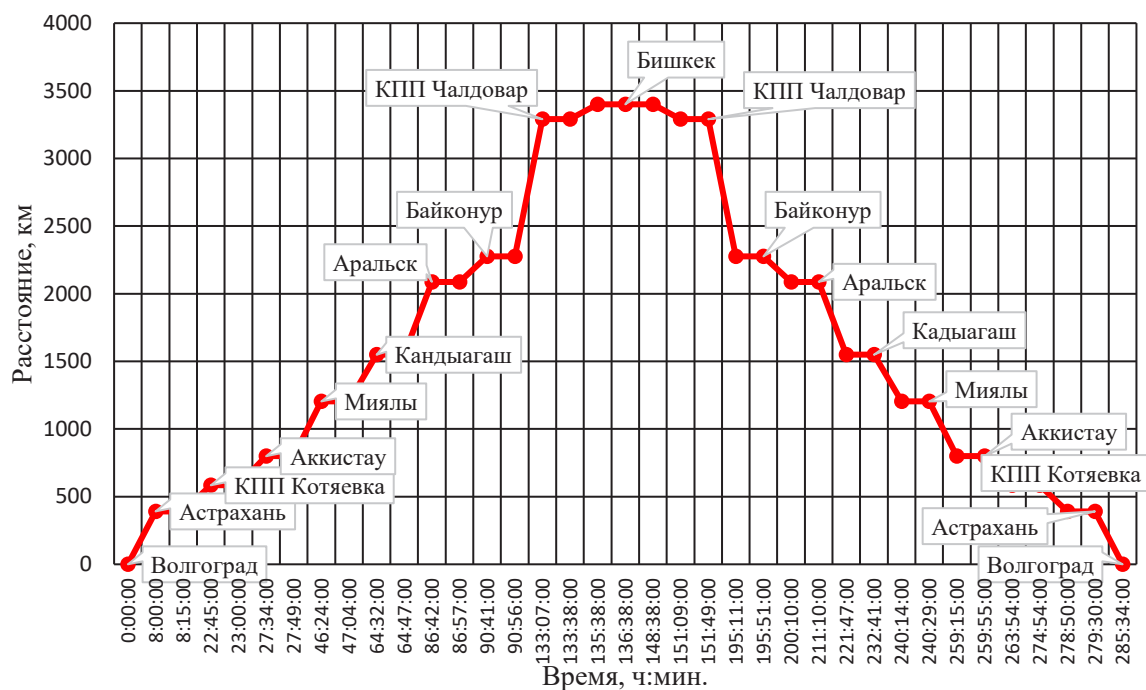


Рисунок 6 – График оборота автомобиля при одиночной езде и скорости 55 км/ч
Источник: составлено авторами.

Figure 6 – Graph of the car's turnover when driving alone and at a speed of 55 km/h
Source: compiled by the authors.

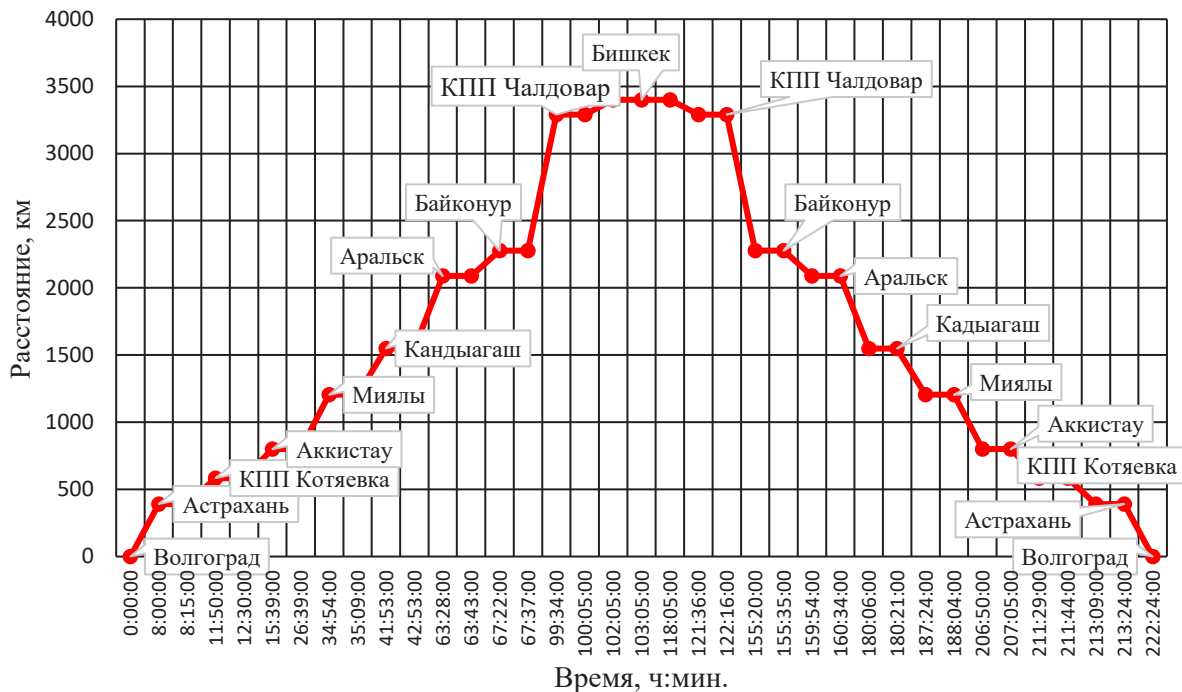


Рисунок 7 – График оборота автомобиля при турной езде и скорости 55 км/ч
Источник: составлено авторами.

Figure 7 – A graph of the car's turnover during a tour ride and a speed of 55 km/h
Source: compiled by the authors.

На рисунках 6 и 7 представлены графики оборота автомобиля при одиночной и турной езде и скорости 55 км/ч.

Анализируя данные рисунков 6, 7 можно сделать вывод, что при скорости 55 км/ч в случае организации одиночной поездки по маршруту «Волгоград – Бишкек – Волгоград» водитель проведет в пути 11 дн. 21 ч 34 мин. В случае организации турной поездки по этому же маршруту водители проведут в пути 9 дн. 6 ч 24 мин.

Проведем расчет стоимости перевозки каустической соды по маршруту «Волгоград – Бишкек». Цена одной тонны гранулированной каустической соды составит 75 тыс. руб./т.

Себестоимость перевозки каустической соды по маршруту «Волгоград – Бишкек» определим по формуле

$$C_{\text{пер}} = \frac{Z_{\text{пер}}}{q_{\text{ф}}},$$

где $C_{\text{пер}}$ – себестоимость перевозки, руб./т;

$Z_{\text{пер}}$ – затраты на перевозку автотранспортным средством, руб.;

$q_{\text{ф}}$ – фактическая грузоподъемность автомобиля, т.

Затраты на перевозку каустической соды определим по формуле

$$Z_{\text{пер}} = \frac{L_{\text{м}}}{V_{\text{т}}} \times C_{\text{ч}} + T_{\text{отд}} \times C_{\text{ч}} + T_{\text{пр}} \times C_{\text{ч}},$$

где $Z_{\text{пер}}$ – затраты на перевозку, руб.;

$L_{\text{м}}$ – длина маршрута, км;

$V_{\text{т}}$ – техническая скорость автотранспортного средства, км/ч;

$C_{\text{ч}}$ – себестоимость грузоперевозки за 1 ч, руб./ч;

$T_{\text{пр}}$ – время погрузки-разгрузки, ч;

$T_{\text{отд}}$ – время отдыха водителя, ч.

$$1) \quad Z_{\text{пер}} = \frac{3400}{55} \times 1400 + 74 \times 1400 + 2 \times$$

$\times 1400 = 192945$ руб. – при скорости 55 км/ч, в случае одиночной поездки;

$C_{\text{пер}} = \frac{192945}{23,4} = 8246$ – себестоимость перевозки каустической соды при скорости 55 км/ч, в случае одиночной поездки.

2) $Z_{\text{пер}} = \frac{3400}{55} \times 1400 + 42,4 \times 1400 + 2 \times \times 1400 = 148705$ руб. – при скорости 55 км/ч, в случае турной поездки;

$C_{\text{пер}} = \frac{148705}{23,4} = 6355$ руб./т – себестоимость перевозки каустической соды при скорости 55 км/ч, в случае турной поездки.

Себестоимость перевозки каустической соды из г. Волгограда (России) в г. Бишкек

(Киргизия) в зависимости от способа организации работы водителей будет от 6355 до 8246 руб./т при скорости 55 км/ч.

Конечная цена 1 т продукции на складе г. Бишкека при скорости 55 км/ч (в случае организации одиночной езды) составит:

- гранулированная каустическая сода: $75000 + 8246 = 83246$ руб./т.

Конечная цена 1 т продукции на складе г. Бишкека при скорости 55 км/ч (в случае организации турной езды) составит:

- гранулированная каустическая сода: $75000 + 6355 = 81355$ руб./т.

Перевозку каустической соды автомобильным транспортом из г. Волгограда в г. Бишкек выгодно осуществлять с использованием турной езды водителей. Перевозка 1 т гранулированной каустической соды на 1891 руб. выгоднее при турной езде, чем при одиночной. Рекомендуем как лучший способ организации работы водителей – турную езду.

ВЫВОДЫ

Рассмотрена химическая промышленность России, проанализированы объемы рынка местных и зарубежных потребителей продукции химической промышленности г. Волгограда. Установлено, что основными зарубежными клиентами АО «Каустик» в 2020 г. являлись: Киргизия (3685 т), Казахстан (11150 т), Бразилия (2448 т), Беларусь (2472 т), Нидерланды (46000 т), Азербайджан (1154 т) и Китай (13000 т). Поставки продукции организуются международными мультимодальными логистическими системами.

Исследованы звенья мультимодальной логистической системы доставки продукции предприятия по маршрутам «Волгоград – Бишкек» и «Волгоград – Нидерланды». Рассмотрена работа автомобильного и железнодорожного транспорта в международной логистической системе перевозки каустической соды по маршруту «Волгоград – Бишкек».

Установлено, что в структуре собственного грузового автопарка предприятия преобладают бортовые автомобили, самосвалы и седельные тягачи. Определено, что собственный подвижной состав предприятия за последние 20 лет сократился более, чем в 2 раза.

Повышение эффективности перевозок зависит от организации работы погрузочно-разгрузочных пунктов. Подготовка партии груза для отправки международным сообщением – важный этап перевозочного процесса. Разработана схема размещения транспортных пакетов (1200×1000×1140) с мешками (30 кг)

гранулированной каустической соды на платформе полуприцепа.

Проведен статистический анализ элементов и этапов перевозочного процесса гранулированной каустической соды. Этап погрузки состоит из элементов: ожидания погрузки, маневрирования подвижного состава, погрузки и оформления документов. Ожидание погрузки автотранспортного средства составляет (см. таблицу 5) 8,39 мин, погрузка – 21,47 мин, оформление документов – 12,55 мин. Общее время пребывания автомобиля в этапе погрузки лежит в пределах от 42 до 60 мин.

Разработаны международные маршруты перевозки продукции АО «Каустик» автомобильным транспортом по маршрутам «Волгоград – Бишкек» (3 маршрута, маршрут № 1 оптимальный по критерию наименьшего расстояния) и «Волгоград – Нидерланды» (4 маршрута, маршрут № 1 оптимальный по критерию наименьшего расстояния).

При технической скорости автотранспортного средства 55 км/ч во время одиночной поездки по маршруту «Волгоград–Бишкек–Волгоград» водитель проведет в пути 11 дн. 21 ч 34 мин. Во время турной поездки по этому же маршруту водители проведут в пути 9 дн. 16 ч 23 мин. Перевозку каустической соды автомобильным транспортом из г. Волгограда в г. Бишкек при турной организации работы водителей возможно выполнить быстрее на 2 дн. 5 ч 11 мин, чем при одиночной.

Окончательная цена 1 т продукции на складе г. Бишкека с учетом начальной стоимости гранулированной каустической соды и затрат на перевозку в случае организации одиночной езды водителя составит 83246 руб./т, а при турной езде, соответственно, – 81355 руб./т. Перевозка 1 т гранулированной каустической соды на 1891 руб. выгоднее при организации турной поездки, чем при одиночной. Рекомендуем как наиболее эффективный способ организации работы водителей – турную поездку.

Эффективное функционирование автомобильного транспорта в международной логистической системе доставки каустической соды позволяет сократить время перевозки, транспортные затраты и уменьшить стоимость единицы продукции у конечного потребителя.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кулясова Е. В. Химическая промышленность в России: современное состояние и проблемы развития // Вестник университета. 2019. № 5. С. 93–100.

2. Куликов А. В., Близнякова Е. А. Исследование эффективных транспортно-логистических связей в организации международных мультимодальных перевозок минеральных удобрений // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2021. Т. 9, № 2 (53). С. 117–130. DOI: <https://doi.org/10.34220/2308-8877-2021-9-2-117-130>

3. Курганов В. М. Управление затратами на транспортировку в логистической цепи // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2012. № 1. С. 85–87.

4. Близнякова Е.А. Моделирование процесса перевозки меда с оптового склада в розничные магазины г. Волгограда / Е.А. Близнякова, А.В. Куликов // Архитектура, строительство, транспорт. 2022. № 2. 66-77. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-66-77.

5. Куликов А. В., Фирсова С. Ю., Советбеков Б. Выбор оптимальной схемы размещения транспортных пакетов с комбикормом на платформе автомобиля // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета (Бишкек). 2021. Т. 21, № 8. С. 51–57.

6. Маликов О. Б., Коровяковский Е. К., Илесалиев Д. И. Логистика пакетных перевозок штучных грузов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 4 (41). С. 51–57.

7. Илесалиев Д. И. Увеличение массы партии грузов за счет рационального выбора транспортной тары // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2018. № 1. С. 97–104.

8. Ilesaliev D., Avaz M. Research package efficiency general cargo // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 6880 – 6884.

9. Тетцоева Е. М. Сложности логистической обработки транспортной тары, подобранной поставщиками для международных перевозок строительных грузов автомобильным транспортом // Управление. 2019. № 1. С. 96–104.

10. Маликов О. Б., Коровяковский Е. К., Илесалиев Д. И. Логистика пакетных перевозок штучных грузов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 4 (41). С. 51–57.

11. Витвицкий Е. Е., Федосеев Е. С. Влияние времени простоя при выполнении погрузочно-разгрузочных работ на функционирование совокупности микросистем при перевозке грузов автомобильным транспортом общего пользования // Вестник СибАДИ. 2017. № 3(55). С. 41–47.

12. Федосеев Е. С., Витвицкий Е. Е. Влияние времени простоя под погрузочно-разгрузочными работами на функционирование совокупности малых ненасыщенных систем перевозок строительных грузов автомобильным транспортом общего пользования // Вестник СибАДИ. 2017. № 56 (4-5(56-57)). С. 47 – 61.

13. Kulikov A. V., Firsova S.Y. (2020) Effectiveness of Road Transport Technology in Modern Housing Systems. In: Radionov A., Kravchenko O., Guzeev V., Rozhdestvenskiy Y. (eds) Proceedings

of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22063-1_874.

14. Близнякова Е.А. Исследование значимости построения вершин графа посевных полей для планирования работы автомобильного транспорта на микроуровне / Е. А. Близнякова, А. В. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 3-3 (78). 44-52.

15. Витвицкий Е. Е., Юрьева Н. И. Практика оперативного планирования затрат на перевозку грузов в городах // Вестник СибАДИ. 2012. № 6 (28). С. 18–25.

16. Юсупова О. А. Анализ качества обслуживания грузоотправителей-частных лиц // Мир транспорта. 2020. № 2. С. 214–224.

17. Острецов Д. А. Проблемы грузоперевозок в России и пути их решения // Наука без границ. 2016. № 1. С. 27–30.

18. Куликов А. В., Близнякова Е. А., Павлов П. А., Куликов А. А. Совершенствование организации функционирования автомобильного транспорта в мультимодальной логистической системе поставки зерна из Волгоградской области в Иран // Вестник СибАДИ. 2022. Т.19, № 5 (87). С. 692–715. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-692-715>

19. Никулин Е. В., Стародубцева О. А. Особенности использования мультимодальных перевозок // Наука и современность. 2015. С. 148–152.

20. Филиппова Н. А., Каримова П. А. Иерархические уровни управления мультимодальной транспортной системой для перевозки грузов северного завоза // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. 2019. Т.59, № 4. С. 99–102.

21. Демин В. А., Ойрих С., Ефименко Д. Б. Модель определения оптимальных траекторий перемещения партий грузов // Мир транспорта. 2019. 17(2). С. 56–62.

22. Близнякова Е. А., Куликов А. А., Куликов А. В. Сравнительный анализ методов поиска кратчайшего пути в графе // Архитектура, строительство, транспорт. 2022. № 1. С. 80–87. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-1-80-87.9.

23. Петров Г. В., Таран И. С. Особенности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом // Научно-практические исследования. 2020. № 12-3 (35). С. 44–47.

24. Дугин Г. С. Перевозка опасных грузов во внутреннем и международном сообщениях // Вестник транспорта. 2006. № 8. С. 34–37.

25. Ледовский А. А., Филатов С. А., Дубровская Е. И. Анализ практики контроля соблюдения режима труда и отдыха водителей при автомобильных перевозках с использованием средств бортовой телематики // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2018. № 3 (54). С. 107–114.

REFERENCES

1. Kuljasova E. V. Himicheskaja promyshlennost' v Rossii: sovremennoe sostojanie i problemy razvitiya [Chemical industry in Russia: the current state and problems of development]. *Vestnik universiteta*. 2019; 5: 93–100. (In Russ.)

2. : Kulikov A. V., Bliznyakova E. A. (2021) Research of effective transport and logistics links in the organization of international multimodal transport mineral fertilizers. Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 9, No. 2 (53), pp. 118-131 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/2308-8877-2021-9-2-117-130>.

3. Kurganov V. M. Upravlenie zatratami na transportirovku v logisticheskoy cepi [Transportation cost management in the logistics chain]. *RISK: Resursy, Informacija, Snabzhenie, Konkurencija*. 2012; 1: 85-87. (In Russ.)

4. Bliznjakova E. A., Kulikov A. V. Modelirovanie processa perevozki meda s optovogo sklada v roznichnye magaziny g. Volgograda. [Transportation cost management in the logistics chain]. *Arhitektura, stroitel'stvo, transport*. 2022; 2: 66-77. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-66-77. (in Russ.)

5. Kulikov A. V., Firsova S. Ju., Sovetbekov B. V. Vybora optimal'noj shemy razmeshhenija transportnyh paketov s kombikormom na platforme avtomobilja [Choosing the optimal layout of transport packages with mixed feed on the car platform]. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossijskogo slavyanskogo universiteta (Bishkek)*. 2021; 21. no. 8: 51-57.

6. Malikov O.B., Korovjakovskij E.K., Ilesaliev D.I. Logistika paketnyh perevozok shtuchnyh грузов [Logistics of package transportation of piece goods]. *Izvestija Peterburgskogo universiteta putej soobshhenija*. 2014; 4 (41): 51–57. (in Russ.)

7. Ilesaliev, D. I. Uvelichenie massy partii грузов za schet racional'nogo vybora transportnoj tary [The increase in the mass of the cargo lot due to the rational choice of transport containers]. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2018; 1: 97 – 104. (in Russ.)

8. Ilesaliev D., Avaz M. Research package efficiency general cargo. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 2019; T. 9. № 1: 6880 – 6884.

9. Tetcoeva E. M. Slozhnosti logisticheskoy obrabotki transportnoj tary, podobrannoj postavshhikami dlja mezhdunarodnyh perevozok stroitel'nyh грузов avtomobil'nyim transportom [Difficulties of logistics processing of transport containers selected by suppliers for international transportation of construction goods by road]. *Upravlenie*. 2019; 1: 96–104. (in Russ.)

10. Malikov O. B., Korovjakovskij E. K., Ilesaliev D. I. Logistika paketnyh perevozok shtuchnyh грузов [Logistics of package transportation of piece goods]. *Izvestija Peterburgskogo universiteta putej soobshhenija*. 2014; 4 (41): 51–57. (in Russ.)

11. Vitvitskiy E.E., Fedoseenkova E.S. Influence of loading and unloading time on functioning complex of microsystems in transit freights public motor transport. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2017;(3(55)):41-47. (In Russ.) [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-3\(55\)-41-47](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-3(55)-41-47)

12. Fedoseenkova E.S., Vitvitskiy E.E. The influence of time loading and unloading on functioningst complexes of small autotransport systems cargo transportation by transport of common use. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2017;56(4-5(56-57)):47-61. (In Russ.) [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5\(56-57\)-47-61](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2017-4-5(56-57)-47-61)

13. Kulikov A. V., Firsova S.Y. (2020) Effectiveness of Road Transport Technology in Modern Housing Systems. In: Radionov A., Kravchenko O., Guzeev V., Rozhdestvenskiy Y. (eds) Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22063-1_874.

14. Bliznyakova E. A., Kulikov A. V. Issledovanie znachimosti postroeniya vershin grafa posevnykh polej dlja planirovaniya raboty avtomobil'nogo transporta na mikrourovne [Investigation of the significance of constructing the vertices of the graph of sowing fields for planning the operation of motor transport at the micro level]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*. 2022. № 3-3 (78). 44-52. (in Russ.)

15. Vitvickij E. E., Jur'eva N. I. Praktika operativnogo planirovaniya zatrat na perevozku грузов v gorodakh [Practice of operational cost planning for cargo transportation in cities]. *Vestnik SibADI*. 2012; 6 (28):18–25. 12. (in Russ)

16. Jusupova O. A. Analiz kachestva obsluzhivaniya gruzootpravitelej-chastnykh lic [Analysis of the quality of shippers' service-individuals]. *Mir transporta*. 2020; 2: 214–224. (in Russ)

17. Ostrecov D. A. Problemy gruzoperevozok v Rossii i puti ih resheniya [Problems of cargo transportation in Russia and ways to solve them]. *Nauka bez granic*. 2016; 1: 27–30. (in Russ)

18. Kulikov A.V., Bliznyakova E.A., Pavlov P.A., Kulikov A.A. Improvement of organisation for road transport functioning in a multimodal logistics system for grain delivery from Volgograd region to Iran. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022;19(5):692-715. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-692-715>

19. Nikulin E. V., Starodubceva O. A. Osobennosti ispol'zovaniya mul'timodal'nykh perevozok [Features of the use of multimodal transportation]. *Nauka i sovremennost'*. 2015:148–152. (in Russ.)

20. Filippova N. A., Karimova P. A. Ierarhicheskie urovni upravleniya mul'timodal'noj transportnoj sistemoy dlja perevozki грузов severnogo zavoza [Hierarchical levels of management of a multimodal transport system for the transportation of goods of northern import]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2019; T.59, № 4: 99–102. (in Russ.)

21. Demin V. A., Ojrih S., Efimenko D. B. Model' opredeleniya optimal'nykh traektorij peremeshheniya partij грузов [A model for determining optimal trajectories of moving shipments]. *Mir transporta*. 2019; 17(2): 56–62. (in Russ.)

22. Bliznyakova, E. A., Kulikov, A. A., & Kulikov, A. V. (2022). Comparative analysis of methods for finding the shortest distance in a graph. *Architecture, construction, transport* (1): 80-87. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-1-80-87.

23. Petrov, G. V., Taran I. S. Osobennosti perevozki opasnykh грузов avtomobil'nyim transportom [Features of transportation of dangerous goods by road / G. V. Petrov, I. S. Taran // Scientific and practical research]. *Nauchno-prakticheskie issledovaniya*. 2020;12-3 (35): 44 – 47.

24. Dugin, G. S. Perevozka opasnykh грузов vo vnutrennem i mezhdunarodnom soobshhenijah [Transportation of dangerous goods in domestic and international communications]. *Vestnik transporta*. 2006; 8:34–37. (in Russ.)

25. Ledovskij A. A., Filatov S. A., Dubrovskaja E. I. Analiz praktiki kontrolja sobljudenija rezhima truda i otdyha voditelej pri avtomobil'nykh perevozkah s ispol'zovaniem sredstv bortovoj telematiki [Analysis of the practice of monitoring compliance with the work and rest regime of drivers in road transport using on-board telematics]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*. 2018; 3 (54):107–114

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Куликов А. В. Разработка методики повышения эффективности функционирования автомобильного транспорта в мультимодальных логистических системах при организации перевозок химической продукции из Волгоградской области в ближнее и дальнее зарубежье. Постановка цели и задач исследований, анализ полученных результатов.

Павлов П. А. Анализ статистических данных развития химической промышленности региона. Выполнение графоаналитических расчетов для правильного формирования транспортных пакетов и оптимальной загрузки платформы автотранспортного средства. Проведение расчетов, оформление таблиц и рисунков. Обзор литературных источников.

Куликов А. А. Составление маршрутов перевозок химической продукции в страны ближнего и дальнего зарубежья из г. Волгограда. Проведение расчетов, оформление таблиц и рисунков. Обзор литературных источников.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Alexey V. Kulikov. Development of a methodology for improving the efficiency of motor transport in multimodal logistics systems in the organization of transportation of chemical products from the Volgograd region to the near and far abroad. Setting goals and objectives of research, analyzing the results obtained.

Pavel A. Pavlov. Analysis of statistical data on the development of the chemical industry in the region. Performing graph-analytical calculations for the correct formation of transport packages and optimal loading of the vehicle platform. Making calculations, making tables and figures. Review of literary sources.

Andrey A. Kulikov. Drawing up routes for transportation of chemical products to the countries of the near and far abroad from Volgograd. Making calculations, making tables and figures. Review of the literary sources.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Куликов Алексей Викторович – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Автомобильные перевозки».

Павлов Павел Алексеевич – магистрант кафедры «Автомобильные перевозки», директор ООО «АЛЬФА ТРЕЙД».

Куликов Андрей Алексеевич – студент кафедры «Автомобильные перевозки».

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexey V. Kulikov – Dr. of Sci., Associate Professor, Automobile Transportation Department.

Pavel A. Pavlov – Master's student of Automobile Transportation Department, director of ООО ALFA TRADE.

Andrey A. Kulikov – Student of the Automobile Transportation Department.