

ЭКОНОМИКА, ЛОГИСТИКА И МЕНЕДЖМЕНТ НА ТРАНСПОРТЕ

ECONOMICS, LOGISTICS AND TRANSPORT MANAGEMENT

УДК 656.624.3

DOI: 10.37890/jwt.vi79.479

Экономико-математическая модель выбора оптимальных схем доставки с участием водного транспорта и использованием объектов региональной транспортной инфраструктуры

О.И. Карташова

*Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала
Ф.М. Апраксина – филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», г. Астрахань, Россия*

Аннотация. В статье представлены результаты формирования экономико-математической модели оптимизации распределения грузопотоков региона и выбора оптимальных схем доставки грузов через объекты региональной транспортной инфраструктуры. Рассмотрены принятые в учебной и научной литературе подходы для решения обозначенной задачи, а также предложения ученых по их совершенствованию. Сделан вывод о необходимости разработки собственной модели, отвечающей современным условиям функционирования водного транспорта и портовых терминалов в системе региональных, межрегиональных и международных перевозок. Сформулирована экономико-математическая модель, учитывающая возможность организации перевозок грузов от региональных отправителей получателям как напрямую, так и через терминальные комплексы с наличием обратной загрузки. Апробация модели на контрольном примере показала, что при определенном количестве пунктов обслуживаемой транспортной сети, размерах региона и объемах грузопотоков перевозки могут быть эффективно освоены портовыми терминалами, которые в наибольшей степени подходят для работы в данных условиях.

Ключевые слова: водный транспорт, транспортная инфраструктура, региональные перевозки грузов, оптимизация грузопотоков, экономико-математическая модель.

Economic and mathematical model of selection of optimal delivery schemes involving water transport and the use of regional transport infrastructure facilities

Olga I. Kartashova

*Caspian Institute of Sea and River Transport named after Gen.-Adm. F. M. Apraksin is a
branch of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia*

Abstract. The article presents the results of the formation of an economic and mathematical model for optimizing the distribution of cargo flows in the region and the selection of optimal schemes for the delivery of goods through regional transport infrastructure facilities. The approaches adopted in the educational and scientific literature to solve the indicated problem, as well as the proposals of scientists to improve them, are considered. It has been concluded that it is necessary to develop its own model that meets the modern conditions for the functioning of water transport and port terminals in the system of regional, interregional

and international transportation. An economic and mathematical model has been formulated, taking into account the possibility of organizing the transportation of goods both directly from regional senders to recipients and through terminal complexes with backload. Testing of the model on the control example has shown that with a certain number of points of the served transport network, the size of the region and the volume of cargo flows, transportation can be effectively mastered by port terminals, which are most suitable for working in these conditions.

Keywords: water transport, transport infrastructure, regional cargo transportation, optimization of cargo flows, economic and mathematical model.

Введение

При функционировании терминальной сети в системе региональных грузовых перевозок важное значение приобретает эффективность осуществления обусловленных перевозок и обслуживания проходящих через или внутри региона грузопотоков [1, 2]. Также может потребоваться оптимизация работы отдельных звеньев и составных элементов самой сети, а также модернизация конфигурации и перестройка сети с целью привести её в соответствие с новыми условиями работы или в силу изменившейся геополитической, экономической ситуации.

Учитывая, что в рамках системы комбинированных перевозок взаимодействует множество контрагентов, существуют свои нюансы нормативного, регуляторного, технологического и технического характера [3], которые следует учитывать, и которые могут оказывать как положительное, так и негативное влияние на интересы и получаемые выгоды участников, вопрос построения оптимальной транспортно-логистической системы становится актуальным и весьма сложным.

Соответственно, придется учитывать множество отличных, часто противоречащих друг другу интересов и эффектов, возникающих у различных контрагентов. Также необходимо принимать во внимание сокращение (увеличение) экономических результатов, рисков и других показателей при переходе от одного типа транспортно-терминальной сети к другому или в результате перестройки существующей сети, перераспределения в её рамках грузопотоков, переключения грузов с одного вида транспорта на другой и т.д.

Например, при построении терминальной конфигурации с консолидацией мелкопартионных грузопотоков для передачи на водный транспорт, т.е. при переключении части мелкопартионных грузопотоков с сухопутных видов транспорта на речной, необходимо определить положительные и негативные результаты транспортников, возникающих при переходе от старых условий работы к новым.

Также следует отметить, что транспортно-терминальная региональная сеть, являющаяся частью транспортно-логистической системы региона, может обслуживать как местные, внутрирегиональные грузопотоки, так и перевозки между регионами, экспортно-импортные, транзитные перевозки в рамках международных транспортных коридоров.

В связи с этим оптимизации должна подвергаться не только сама терминальная инфраструктура, но и комплекс разнородных и разнонаправленных грузопотоков, проходящих и обслуживаемых в ней. Также необходимо учитывать, что при переходе от системы маятниковых маршрутов, осуществляемых преимущественно автомобильным транспортом, к системе комбинированных перевозок различными видами транспорта с участием транспортных узлов в качестве транспортно-логистических центров и центров распределения, консолидации и разукрупнения грузопотоков (партий грузов), реформирования грузовых единиц, сложность оптимизационной задачи кратно возрастает, но и одновременно с этим позволяет получить больший экономический эффект.

При этом можно, по мнению автора, обосновать более активное участие в перевозках внутреннего водного транспорта и портовых терминалов, а также

необходимость перехода для этого к логистической системе взаимодействия воднотранспортных терминалов с грузовладельцами и другими контрагентами.

Для решения указанных задач целесообразно формулирование соответствующей оптимизационной методики. Для имеющейся, уже действующей транспортно-логистической системы возможным представляется создание имитационной модели с последующим проведением моделирования и решения оптимизационной задачи. Однако для случая проектирования или решения вопроса о необходимости модернизации транспортной системы региона и её инфраструктуры наиболее подходящей формой будет построение экономико-математической модели.

Методы и материалы

Рассмотрим методические подходы, используемые для оптимизации перевозок и распределения грузопотоков.

Большинство ученых и исследователей оптимизацию транспортного обслуживания грузопотоков решают на основании формирования плана перевозок (распределения грузопотоков между пунктами отправления и получения), что, по сути, является типичной транспортной задачей. При этом распределение относится к одному или группе однонаправленных грузопотоков, а основными критериями оптимизации являются временные и (или) стоимостные показатели [4, 5].

Следует отметить, что данный подход (один грузопоток, система отправителей и получателей, целевая функция – общие минимальные транспортные затраты или время транспортировки) принят в учебной и методической литературе по логистике и транспортному экспедированию и применяется для решения оптимизационных задач в соответствующих разделах данных и схожих дисциплин.

В ряде статей и исследований авторами рассматриваются вопросы выбора оптимальных способов и схем доставки, что отчасти можно отнести к решению задачи оптимизации распределения и освоения грузопотоков. Однако здесь используются, как правило, варианты расчеты и сравнение отдельных, обусловленных спецификой груза или направлением перевозок, транспортно-логистических схем или маршрутов доставки. В качестве основных критериев для решения оптимизационной задачи используются стоимость и время транспортировки [6–10].

Интерес представляет идея, высказанная авторами [11], заключающаяся в использовании балансового метода для планирования деятельности внутреннего водного транспорта, в том числе экспортно-импортных перевозок. Однако развития данное предложение, как и его методического обеспечения, не получило.

В работе [12] предлагается модель распределения грузопотоков с прямыми поставками. При этом рассматриваются два варианта организации поставок – напрямую от отправителя получателю, а также через пункт перевалки (в модель дополнительно введены такие составляющие, как доставка зерна от отправителя до перевалочного пункта, а затем из перевалочного пункта получателю). Однако, как и в других исследованиях, авторы решают две транспортные задачи, соединенные двумя блоками в единую функцию формирования оптимального плана маятниковых перевозок – без учета возможной корреспонденции грузопотоков, наличия обратной загрузки или попутных грузов.

Проведенный обзор исследований показывает, что в сформулированной выше постановке (оптимизации региональных, межрегиональных и международных разнонаправленных грузопотоков с возможностью минимизации порожних пробегов через обеспечение обратной загрузки и организацию терминальных перевозок) готовых методических решений, а также сформулированных моделей нет. Имеются отдельные подходы и идеи их реализации, которые можно в использовать и развивать, что учтено при разработке авторской модели, представленной далее.

Результаты

В основу формулируемой экономико-математической модели положена типовая транспортная задача и её решение. Для региональной транспортной системы с определенной терминальной сетью и имеющихся в ней грузопотоков предлагаемая модель будет иметь вид:

$$\sum_f \sum_i \sum_j \sum_n Q_{fijn} T_{fijn} + \sum_f \sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} T_{fijt} + \sum_f \sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} T_{fjtn} \rightarrow \min ,$$

где Q_{fijn} – количество f -го груза, перевозимого от i -го грузоотправителя j -ым видом транспорта n -му грузополучателю (внутрирегиональная унимодальная перевозка), т.;

T_{fijn} – стоимость доставки f -го груза от i -го грузоотправителя j -ым видом транспорта n -му грузополучателю, руб./т;

Q_{fijt} – количество f -го груза, завозимого от i -го грузоотправителя j -ым видом транспорта на t -ый терминал (внутрирегиональная бимодальная перевозка, межрегиональная исходящая или экспортная перевозка), т.;

T_{fijt} – стоимость доставки f -го груза от i -го грузоотправителя j -ым видом транспорта на t -ый терминал, руб./т;

Q_{fjtn} – количество f -го груза, вывозимого j -ым видом транспорта с t -го терминала n -му грузополучателю (внутрирегиональная бимодальная перевозка, межрегиональная входящая или импортная перевозка), т.;

T_{fjtn} – стоимость доставки f -го груза от j -ым видом транспорта с t -го терминала n -му грузополучателю, руб./т.

Искомыми переменными являются Q_{fijn} , Q_{fijt} , Q_{fjtn} . Функция цели – минимизация стоимости доставки грузов в региональной транспортной системе путем использования того или иного вида транспорта, а также прямых (унимодальных) или терминальных перевозок (бимодальных).

Первая часть формулы представляет собой унимодальную перевозку (одним видом транспорта) груза между находящимися на территории региона отправителем и получателем. Вторая и третья части формулы представляют собой один из этапов комбинированной терминальной перевозки, когда груз завозится на региональный терминал для последующей перевозки магистральным транспортом в другой регион или в международном сообщении, или прибывает магистральным видом транспорта на региональный терминал для последующей доставки грузополучателю в регионе.

Составляющие $Q_{fijt}T_{fijt}$ и $Q_{fjtn}T_{fjtn}$ могут быть как взаимодополняющими частями одной бимодальной внутрирегиональной перевозки через терминал, так и начальным (Q_{fijt}) или заключительным (Q_{fjtn}) этапом межрегиональной или экспортно-импортной перевозки.

При этом должны выполняться следующие ограничения:

1. Количество перевезенного груза должно соответствовать объемам внутрирегиональных, а также внешних (межрегиональных или международных) перевозок:

$$\sum_i \sum_j \sum_n 2Q_{fijn} + \sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} + \sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} = 2Q_{PEGF} + Q_{OTPF} + Q_{ПОЛУЧF},$$

где Q_{PEGF} – внутрирегиональный f -й грузопоток, т.;

Q_{OTPF} , $Q_{ПОЛУЧF}$ – размер f -го грузопотока, планируемого соответственно к отправке или получению в межрегиональном или внешнеторговом сообщении, т.

2. Количество завезенного на терминалы (магистрального транспорта) и вывезенного с них груза должно соответствовать объемам внешних (межрегиональных или международных) перевозок:

$$\sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} \geq Q_{OTPF}, \sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} \geq Q_{ПОЛУЧF};$$

3. Неотрицательность переменных:

$$\begin{aligned}
 Q_{fijn} &\geq 0 \text{ для } f \in F, i \in I, j \in J, n \in N; \\
 Q_{fijt} &\geq 0 \text{ для } f \in F, i \in I, j \in J, t \in T; \\
 Q_{fjtn} &\geq 0 \text{ для } f \in F, j \in J, t \in T, n \in N.
 \end{aligned}$$

В условиях множественности и однородности отдельных грузопотоков, проходящих по территории региона, а также входящих и исходящих из него, транспортируемых не только напрямую, но и посредством терминальной доставки, появляется возможность их корреспонденции с целью повышения эффективности использования транспортных средств и устранения порожних пробегов. При этом стоимость перевозки грузов может заметно снизиться (особенно тех, что идут в обратном направлении, обеспечивая транспорту загрузку и сокращая порожнюю часть перевозки).

Для учета указанного фактора изменим целевую функцию модели:

$$\begin{aligned}
 &\sum_f \sum_i \sum_j \sum_n Q_{fijn} T_{fijn} + \sum_m \sum_f \sum_r \sum_j \sum_s Q_{mrjs} T_{mrjs} z_{mfrjs} + \\
 &+ \sum_f \sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} T_{fijt} + \sum_m \sum_f \sum_j \sum_p \sum_s Q_{mjps} T_{mjps} z_{mfjps} + \\
 &+ \sum_f \sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} T_{fjtn} + \sum_m \sum_f \sum_r \sum_j \sum_p Q_{mrjp} T_{mrjp} z_{mfrjp} \rightarrow \min, \\
 & \quad m = f, r = n \text{ для } m \in M, f \in F, r \in R, i \in I; \\
 & \quad s = i, p = t \text{ для } s \in S, n \in N, p \in P, t \in T,
 \end{aligned}$$

где

- Q_{mrjs} – количество m -го груза, перевозимого от r -го грузоотправителя j -ым видом транспорта s -му грузополучателю (внутрирегиональная унимодальная перевозка) в обратном для Q_{fijn} направлении (поэтому добавлены условия равенства элементов массивов $r = i, s = n, p = t$), т.;
- T_{mrjs} – стоимость доставки m -го груза от r -го грузоотправителя j -ым видом транспорта s -му грузополучателю в обратном направлении (меньшая по сравнению с T_{fijn} , так как является средством нивелирования порожнего пробега и экономии средство по основной перевозке), руб./т;
- z_{mfrjs} – признак возможности корреспонденции f -го груза i -го грузоотправителя с m -ым грузом n -го грузополучателя, следующим j -ым транспортом в противоположном направлении, $z_{mfrjs} = 0, 1$ (0 – перевозка невозможна, 1 – перевозка возможна);
- Q_{mrjp} – количество m -го груза, завозимого от r -го грузоотправителя j -ым видом транспорта на p -ый терминал (внутрирегиональная бимодальная перевозка, межрегиональная исходящая или экспортная перевозка) соответственно в обратном Q_{fijt} направлении, т.;
- T_{mrjp} – стоимость доставки m -го груза от r -го грузоотправителя j -ым видом транспорта на p -ый терминал в обратном направлении, руб./т;
- z_{mfjps} – признак возможности корреспонденции f -го груза с m -ым грузом, следующим с p -го терминала j -ым транспортом в адрес s -го грузополучателя, $z_{mfjps} = 0, 1$ (0 – перевозка невозможна, 1 – перевозка возможна);
- Q_{mjps} – количество m -го груза, вывозимого j -ым видом транспорта с p -го терминала s -му грузополучателю (внутрирегиональная бимодальная перевозка, межрегиональная входящая или импортная перевозка) в обратном Q_{fjtn} направлении, т.;

- T_{mjps} – стоимость доставки f -го груза от j -ым видом транспорта с t -го терминала n -му грузополучателю соответственно в обратном направлении, руб./т;
 Z_{mfrjp} – признак возможности корреспонденции f -го груза r -го грузоотправителя с m -ым грузом, следующим на p -ый терминал j -ым транспортом, $Z_{mfrjp} = 0, 1$ (0 – перевозка невозможна, 1 – перевозка возможна).

При этом должны выполняться дополнительные ограничения по возможности обратной загрузки сходным по характеристикам и другим параметрам грузом, а также балансу загрузки подвижного состава (непревышению обратной загрузки над загрузкой по основной, прямой перевозке) в обоих направлениях. Также следует учитывать, что в Q_{fijn} и Q_{mrjs} пункты маршрута перевозки должны совпадать (начальный i и конечный n для грузоотправителя с конечным s и начальным r для грузополучателя, который для груза m сам является грузоотправителем):

$$\sum_f Q_{fijn} \geq \sum_m Q_{mrjs} \text{ для } r = i, s = n; \sum_f Q_{fijt} \geq \sum_m Q_{mjps} \text{ для } p = t, s = n;$$

$$\sum_f Q_{fjtn} \geq \sum_m Q_{mrjp} \text{ для } r = i, p = t;$$

Ограничения модели в данной формулировке примут вид:

$$\sum_i \sum_j \sum_n 2Q_{fijn} + \sum_r \sum_j \sum_s 2Q_{mrjs} + \sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} + \sum_j \sum_p \sum_s Q_{mjps} +$$

$$+ \sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} + \sum_r \sum_j \sum_p Q_{mrjp} = 2Q_{РЕГf} + Q_{ОТПРf} + Q_{ПОЛУЧf} \text{ для } m = f.$$

$$\sum_i \sum_j \sum_t Q_{fijt} + \sum_j \sum_p \sum_s Q_{mjps} \geq Q_{ОТПРf} \text{ для } m = f,$$

$$\sum_j \sum_t \sum_n Q_{fjtn} + \sum_r \sum_j \sum_p Q_{mrjp} \geq Q_{ПОЛУЧf} \text{ для } m = f.$$

При необходимости в модель дополнительно могут быть введены ограничения: по наличию подвижного состава в количестве, достаточном для выполнения всех обусловленных перевозок; по полному использованию грузоподъемности подвижного состава; по пропускной способности транспортных узлов и терминалов. Также, если динамика поступления и прохождения грузопотоков отличаются по времени, возможен расчет и оптимизация распределения грузопотоков по временным интервалам (месяцам, декадам и т.п.). Это, несомненно, значительно усложнит реализацию модели, однако позволит более точно обосновать и производить оптимизационные мероприятия.

Обсуждение

В рамках апробации сформулированной экономико-математической модели был рассмотрен контрольный пример с региональной транспортной системой, включающей два сходных внутренних грузопотока (А – 193 тыс. т и Б – 187 тыс. т). Для первого грузопотока имеется пять региональных производителей, для второго – одиннадцать. Число региональных потребителей соответственно одиннадцать и двенадцать.

В модель были введены стоимостные данные по перевозкам между пунктами (тарифы), а также информация о производственных мощностях производителей и заявках потребителей (использовалась сбалансированная модель, при которой производственные мощности и потребности в сумме равны). Результаты моделирования и оптимизации при различных вариантах сведены в таблицу 1.

На первом этапе была произведена оптимизация системы грузопотоков без учета возможности организации обратных груженых пробегов (транспорт работал по маятниковому принципу). Суммарные транспортные затраты грузовладельцев при

этом составили 555,1 млн. руб. Для сравнения – затраты при неоптимальном варианте (существующее распределение грузопотоков, принятое в качестве базового) распределения грузопотоков при действующей транспортной сети составляют 821,85 млн. руб. Соответственно, полученный в результате оптимизации потенциальный эффект – 266,75 млн. руб.

Таблица 1

Результаты моделирования и оптимизации региональных грузопотоков в различных условиях

Описание изменений	Транспортные затраты грузовладельцев, млн. руб.			Эффект, млн. руб.
	грузопоток А	грузопоток Б	всего	
Базовая модель (существующий вариант)	376,00	445,85	821,85	–
Оптимизация перевозок в прямом направлении (с порожними пробегами)	252,25	302,85	555,10	266,75
Оптимизация перевозок с учетом возможности обратной загрузки	241,12	274,00	518,12	303,73
Оптимизация перевозок с участием терминала (маятниковые перевозки на терминал и с него)	210,50	266,00	476,50	345,35
Оптимизация перевозок с участием терминала (с возможностью обратной загрузки при перевозке с терминала)	202,85	245,05	447,90	373,95
Оптимизация перевозок с учетом возможности обратной загрузки как при прямой перевозке, так и через терминал	203,30	236,55	439,85	382,00

Далее в модели была реализована возможность обратной загрузки подвижного состава и произведены оптимизационные мероприятия для новых условий. Суммарные транспортные затраты грузовладельцев составили 518,12 млн. руб. (эффект оптимизации – 303,73 млн. руб.).

На следующем этапе в модель был введен терминал, который взаимодействует со всеми контрагентами, осуществляя перевозки по маятниковому принципу. В этом случае транспортные затраты грузовладельцев составили 476,5 млн. руб., эффект оптимизации – 345,35 млн. руб.

Затем было предусмотрено, что перевозки с обратной загрузкой могут осуществляться только при транспортировании через терминал. Результаты: транспортные затраты грузовладельцев – 447,9 млн. руб., эффект – 373,95 млн. руб.

В заключительной части тестирования и усложнения модели обратная загрузка была разрешена как при перевозках через терминал, так и вне его (при транспортировке груза напрямую от производителя потребителю). При этом транспортные затраты грузовладельцев сократились до 439,85 млн. руб., а достигнутый эффект составил 382 млн. руб.

Таким образом, мы видим, что предложенная модель оптимизации региональных грузопотоков работает, причем, для различных условий функционирования транспортной сети, наличия (отсутствия) в ней крупных перегрузочных комплексов.

Заключение

Результаты моделирования на контрольном примере при апробации предложенной автором экономико-математической модели оптимизации региональных грузопотоков показывают, что наибольший эффект от перераспределения грузопотоков региона может быть достигнут при организации перевозок с использованием терминала. Причем, это должен быть крупный транспортно-логистический комплекс, способный обслуживать значительные грузопотоки, обеспечивать их преобразование и грузопереработку (без чего невозможна организация обратной загрузки), нацеленный на работу с укрупненными грузовыми единицами. По мнению автора, в наибольшей степени указанным характеристикам соответствует портовый терминал, являющийся транспортным узлом в системе мультимодальных перевозок.

В дальнейших исследованиях автором планируется выявить зависимости получаемых оптимизационных эффектов от количества пунктов региональной транспортной сети, объемов перевозимых грузов, дальности перевозок. Это позволит определить наиболее эффективные и целесообразные границы использования (участия) воднотранспортных терминалов (портов) в системе региональных, межрегиональных и международных перевозок.

Список литературы

1. Карташова О. И. Современное состояние и направления развития научно-методического обеспечения региональных грузовых перевозок с участием водного транспорта // Научные проблемы водного транспорта. №73. 2022. С. 185-195. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi73.293>.
2. Карташова О.И. Развитие региональной транспортной инфраструктуры во взаимодействии с международными транспортными коридорами // Актуальные решения проблем водного транспорта. Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. Астрахань: ИП Сорокин Р.В., 2022. С. 198-203.
3. Коршунов Д.А., Рагулин И.А. Критерии оценки и выбора схем и способов доставки грузов в транспортно-логистических системах // Современный ученый. №2. 2017. С. 75-78.
4. Богачев В.А., Кравец А.С., Богачев Т.В. Математический эксперимент в логистических исследованиях мультимодальных грузоперевозок с временными и стоимостными показателями // Инновационные транспортные системы и технологии. Т. 9. № 1. 2023. С. 108–121. DOI: 10.17816/transsyst202391108-121.
5. Синельщиков Е.В., Турпищева М.С. Модель оптимизации распределения грузопотоков между объектами Астраханского транспортного узла с точки зрения минимизации интегральных издержек транспортного процесса // Вестник АГТУ. №2(3). 2006. С. 73–76.
6. Бруев А.П. Определение оптимальных схем доставки контейнеров в районы Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) // Вестник ВГАВТ. Вып. 6. 2003. С. 22–28.
7. Гришкова Д.Ю., Тесленко И.О. Логистические схемы доставки скоропортящихся грузов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. № 2 (74). 2022. С. 121–129. – DOI 10.26731/1813-9108.2022.2(74).121-129.
8. Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Выбор логистической схемы доставки груза // Бюллетень результатов научных исследований. Вып. 4. 2021.С. 65–74. DOI: 10.20295/2223-9987-2021-4-65-74
9. Телегин А.И., Милославская С.В., Коршунов Д.А., Наседкина Е.С. Концепция и алгоритм обоснования транспортно-логистических схем доставки экспортно-импортных сухогрузов с участием речного транспорта России // Научные проблемы

- водного транспорта. №68(3). 2021. С. 163–171. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi68.190>.
10. Шабров В.Н. Типовые логистические схемы доставки партий автомобильной техники «от двери до двери» с участием речного транспорта // Вестник ВГАВТ. Вып. 43. 2015. С. 274–280.
 11. Дрейбанд Д.В., Коршунов Д.А. Балансовый метод как эффективный инструмент стратегического планирования деятельности речного транспорта // Научные проблемы водного транспорта. №77(4). 2023. С. 119–129. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi77.423>.
 12. Польшакова Н.В., Александрова Е.В. Разработка научно-методических подходов повышения эффективности автотранспортных перевозок зерна в регионе // Вестник аграрной науки. №3(96). 2022. С. 124–133. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.3.124.

References

1. Kartashova O. I. Sovremennoe sostoyaniye i napravleniya razvitiya nauchno-metodicheskogo obespecheniya regionalnykh gruzovykh perevozok s uchastiem vodnogo transporta [The current state and directions for the development of scientific and methodological support for regional freight transportation with the participation of water transport], *Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport]*, No.73, 2022, pp. 185-195. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi73.293>.
2. Kartashova O.I. Razvitiye regionalnoi transportnoi infrastruktury vo vzaimodeistvii s mezhduнародnymi transportnymi koridorami [Development of regional transport infrastructure in cooperation with international transport corridors], *Aktualnye resheniya problem vodnogo transporta. Sbornik materialov I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [ctual solutions to water transport problems. Collection of materials of the I International Scientific and Practical Conference]*, Astrakhan, 2022, pp. 198-203.
3. Korshunov D.A., Ragulin I.A. Kriterii ocenki i vybora skhem i sposobov dostavki gruzov v transportno-logisticheskikh sistemakh [Criteria for evaluation and selection of cargo delivery schemes and methods in transport and logistics systems], *Sovremennyy uchenyy [Modern scientist]*, 2017, no.2, pp. 75-78.
4. Bogachev V.A., Kravets A.S., Bogachev T.V. Matematicheskii ehksperiment v logisticheskikh issledovaniyakh multimodalnykh gruzoperevozok s vremennymi i stoimostnymi pokazatelyami [Mathematical experiment in logistics research of multimodal cargo transportation with time and cost indicators], *Innovatsionnye transportnye sistemy i tekhnologii [Innovative transport systems and technologies]*, Vol. 9, No. 1, 2023, pp. 108–121. DOI: 10.17816/transsyst202391108-121.
5. Sinelshchikov E.V., Turpishcheva M.S. Model optimizatsii raspredeleniya gruzopotokov mezhdru obektami Astrakhanskogo transportnogo uzla s tochki zreniya minimizatsii integralnykh izderzhkek transportnogo protsessa [Model of optimization of the distribution of cargo flows between the facilities of the Astrakhan transport hub in terms of minimizing the integral costs of the transport process], *Vestnik AGTU [Bulletin of ASTU]*, No. 2(3), 2006, pp. 73–76.
6. Bruev A.P. Opredeleniye optimalnykh skhem dostavki konteynerov v raiony Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga (KHMAO) [Determination of optimal schemes for delivering containers to the regions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug], *Vestnik VGAVT [VGAVT Bulletin]*, Vol. 6, 2003, pp. 22–28.
7. Grishkova D.YU., Teslenko I.O. Logisticheskie skhemy dostavki skoroportyashchikhsya gruzov [Logistic schemes for delivery of perishable goods], *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye [Modern technologies. System analysis. Modeling]*, No. 2 (74), 2022, pp. 121–129. DOI 10.26731/1813-9108.2022.2(74).121-129.
8. Nikiforova G.I., Sergeeva T.G. Vybor logisticheskoi skhemy dostavki gruzov [Choice of logistics scheme for cargo delivery], *Byulleten rezultatov nauchnykh issledovaniy [Bulletin of scientific research results]*, Vol. 4, 2021, pp. 65–74. DOI: 10.20295/2223-9987-2021-4-65-74.
9. Telegin A.I., Miloslavskaya S.V., Korshunov D.A., Nasedkina E.S. Konceptiya i algoritm obosnovaniya transportno-logisticheskikh skhem dostavki eksportno-importnykh suhogruзов s uchastiem rechnogo transporta Rossii [Concept and algorithm for justification of transport and logistics schemes for delivery of export-import dry cargo ships involving Russian river

- transport], *Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport]*, no.68(3), 2021, pp. 163–171. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi68.190>.
10. Shabrov V.N. Tipovye logisticheskie skhemy dostavki partii avtomobil'noi tekhniki «ot dveri do dveri» s uchastiem rechnogo transporta [Typical logistics schemes for the delivery of car equipment batches "from door to door" with the participation of river transport], *Vestnik VGAVT [VGAVT Bulletin]*, Vol. 43, 2015, pp. 274–280.
 11. Dreiband D.V., Korshunov D.A. Balansovyi metod kak ehffektivnyi instrument strategicheskogo planirovaniya deyatel'nosti rechnogo transporta [Balance method as an effective tool for strategic planning of river transport activities], *Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport]*, No. 77(4), 2023, pp. 119–129. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi77.423>.
 12. Polshakova N.V., Aleksandrova E.V. Razrabotka nauchno-metodicheskikh podkhodov povysheniya ehffektivnosti avtotransportnykh perevozok zerna v regione [Development of scientific and methodological approaches to improving the efficiency of grain transport in the region], *Vestnik agrarnoi nauki [Bulletin of Agrarian Science]*, No. 3(96), 2022, pp. 124–133. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.3.124.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Карташова Ольга Ивановна, доктор экономических наук, доцент, директор, Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М.Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, 6, e-mail: lesy_g@mail.ru

Olga I. Kartashova., Dr. Sci. (Econ), assistant professor, director, The Caspian Institute of Sea and River Transport named after Gen.-Adm. F. M. Apraksin is a branch of the Volga State University of Water Transport, Nikolskaya st., 6, Astrakhan city, 414000, Russian Federation, e-mail: lesy_g@mail.ru

Статья поступила в редакцию 27.02.2024; опубликована онлайн 20.06.2024.
Received 27.02.2024; published online 20.06.2024.