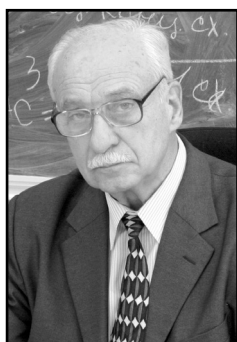




Стратегическое развитие поставок нефтегрузов из России в Палестину



Георгий ГОГРИЧАНИ



Антон ЛЯШЕНКО

*Гогричани Георгий Венедиктович –
АО «ВНИИЖТ», Москва, Россия.
Ляшенко Антон Николаевич – Министерство
экономического развития России, Москва, Россия*.*

В последние десятилетия наблюдается значительное расширение мировой торговли нефти, что способствует развитию соответствующей транспортной инфраструктуры, совершенствованию и углублению деловых связей на мировых энергетических рынках и ускорению их глобализации. Россия играет всё более важную роль в сфере экспорта нефти и нефтепродуктов, тем самым оказывает серьёзное влияние на физические объёмы внешнеторговых операций, цены, уровень спроса и предложения. При этом очевиден интерес к российской нефти с учётом использования сформированной или планируемой транспортной инфраструктуры. Несмотря на характерные значительные колебания цен, которые обусловлены различными факторами экономического, геополитического, политического характера, очевидно сохранение общих тенденций повышения цен на нефть на фоне ожидаемого увеличения спроса на жидкое топливо. Данное заключение можно сделать, исходя из издержек по добыче энергоресурсов, организации логистической составляющей, возрастания соответствующих политических рисков, согласно конкурентным реалиям. В этой связи приобретает особую значимость выбор оптимального транспортного маршрута.

Целью исследования является апробация разработанного авторами алгоритма решения многокритериальной задачи по выбору рационального пути

доставки топлива в рамках логистических цепей от нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) до потребителя.

Апробация проводится на примере разработки гипотетических поставок нефтегрузов из России в государство Палестина. Используются методы экономического анализа, решения многокритериальной задачи, экспертных оценок. Представление задач в многокритериальной постановке с применением разработанного детерминированного метода позволяет в каждом конкретном случае объективно найти лучшее практическое решение. В результате проведённого анализа из четырёх вариантов подтверждена возможность использования предложенного алгоритма решения многокритериальной задачи для выбора оптимального маршрута.

Разработанный теоретический подход позволяет: объективно выделить лучшее предложение из возможных; повысить качество полученного результата не только по цифровым значениям принятых критериев, но и в результате учёта их значимости; уточнить промежуточные данные путём использования линейного и нелинейного интерполирования; рассмотреть возможные финансовые, временные и иные риски; ставить и решать задачи с учётом гипотетических путей перевозок жидкого топлива и сравнивать полученные результаты с существующими схемами.

Ключевые слова: транспорт, логистика, мультимодальные перевозки, объективный метод, доставка нефтегрузов, вариации путей, рациональный маршрут транспортировки.

*Информация об авторах:

Гогричани Георгий Венедиктович – доктор технических наук, профессор, руководитель консультационного Центра АО «ВНИИЖТ», Москва, Россия, press@vniizht.ru.

Ляшенко Антон Николаевич – ведущий консультант Департамента Азии, Африки и Латинской Америки Минэкономразвития России, Москва, Россия, an-lyashenko@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 27.12.2018, принята к публикации 05.06.2019.

For the English text of the article please see p. 142.

В процессе роста мировой торговли нефтью в связи с появлением новых поставщиков и потребителей, возникновением новых коммерческих связей расширяется число маршрутов от пунктов нефтепереработки и погрузки к конечным потребителям.

В работах [1–4] по транспортно-экспедиторскому обеспечению поставок нефтегрузов как на экспорт, так и на внутренний рынок, отражена приоритетная направленность на инновации в транспортной инфраструктуре, совершенствование управления, обеспечение доступности транспортных услуг. Одновременно с вышеперечисленными трудами нужно отметить зарубежные работы в нефтесегменте, в том числе в области учёта рисков, логистики нефтяных маршрутов [5–9].

В результате сложились объективные предпосылки формирования единого подхода для определения в мультимодальных перевозках оптимальных решений не только по стоимостным и временным факторам, что само по себе очень важно, но и с учётом других показателей, в том числе возможных рисков.

Во многих случаях требуется предусматривать сложную логистическую цепь поставки с использованием нескольких видов транспорта. Так, практическими мультимодальными полигонами, на примере стран Ближнего Востока, можно считать Сирийскую Арабскую Республику, Государство Палестина.

В этих условиях большое значение приобретает поиск надёжного метода расчёта оптимального маршрута, учитывающего ряд критериев, в том числе времени и стоимости.

Ранее авторами был разработан алгоритм решения подобной многокритериальной задачи [10–14].

В исследовании, описываемом в настоящей статье, алгоритм был применён в целях его апробации к решению задачи практического выбора маршрута при организации поставок с использованием нескольких видов транспорта и многовариантного маршрута. Работа посвящена решению многокритериальной задачи по выбору рационального пути гипотетической доставки топлива в соответствии с логистическими цепями от нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) Афи́пский (близ порта Новороссийск)

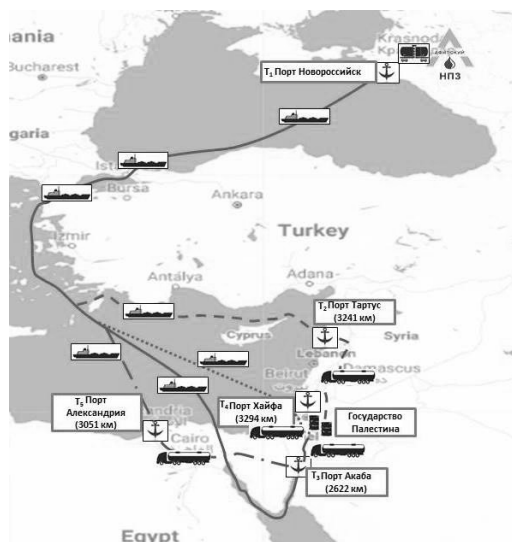


Рис. 1. План возможных маршрутов.

в Государство Палестина. При рассмотрении указанного направления поставки нефти и нефтепродуктов в Палестину могут осуществляться четырьмя возможными маршрутами с участием нескольких видов транспорта. Отметим, что в настоящее время Государство Палестина занимает верхние места по ценовой политике в продаже энергоресурсов, в частности бензина, который по своей стоимости превышает цены на территории Российской Федерации примерно в три раза.

Рассматриваются следующие планируемые маршруты транспортировки топлива из Российской Федерации на территорию Государства Палестина (рис. 1):

1. Перевозка топлива морским транспортом в порт Тартус и далее автотранспортом через территорию Сирийской Арабской Республики.
2. Маршрут по морю до порта Акаба и далее через Иорданию автомобильным транспортом.
3. Доставка нефти по морю в порт Хайфа и затем по территории Израиля автотранспортом.
4. Доставка нефти по морю в порт Александрия (Египет), далее автотранспортом.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящей работе по разработанному алгоритму [10; 12] представлено решение многокритериальной задачи по определе-





нию рационального маршрута доставки топлива массой $M_T = 3\,000$ тонн по одному из рассматриваемых четырёх транспортных путей. На рис. 1 показан логистический полигон, включающий территорию от НПЗ Афипский близ порта Новороссийск до пункта назначения — Государства Палестина.

Каждый из путей $S_1, \dots, S_4$ (вариантов перевозки) состоит из участков:

S_1 — ж.д., терминал T_1 , море, T_2 , авт.д.;

S_2 — ж.д., терминал T_1 , море, T_3 , авт.д.;

S_3 — ж.д., терминал T_1 , море, T_4 , авт.д.;

S_4 — ж.д., терминал T_1 , море, T_5 , авт.д.

Длины участков путей $S_1, \dots, S_4$ следующие:

S_1 — ж.д. = 130 км, море = 3 241 км, авт.д. = 605 км;

S_2 — ж.д. = 130 км, море = 2 622 км, авт.д. = 333 км;

S_3 — ж.д. = 130 км, море = 3 294 км, авт.д. = 147 км;

S_4 — ж.д. = 130 км, море = 3 051 км, авт.д. = 989 км;

В качестве рассматриваемых критериев перевозки топлива приняты:

k_1 — стоимость перевозки топлива конкретным видом транспорта, руб.;

k_2 — чистое время перевозки топлива конкретным видом транспорта, час;

k_3 — стоимость перевалки топлива в терминалах с учётом видов транспорта, руб.;

k_4 — время перевалки топлива между видами транспорта, в терминалы и обратно час;

k_5 — риск при перевозке топлива конкретным видом транспорта, балл;

k_6 — риск при перевалке топлива, балл;

k_7 — время нахождения тонны топлива в терминале, сут.;

k_8 — стоимость нахождения тонны топлива в терминале, руб.;

k_9 — риск по доставке топлива в договорное время, балл.

Решение задачи распространяется на широкую номенклатуру жидкого топлива, в которую входят сырая нефть, мазут, дизельное топливо, бензин. Стоимость логистических услуг в зависимости от вида топлива варьируется в пределах 5–10 % и тем самым практически эквивалентна, что даёт возможность сделать обобщённый вывод по определению эффективного маршрута транспортировки жидкого топлива от места отправ-

ления до места назначения в отношении всей рассматриваемой номенклатуры грузов. Для решения принимаются усреднённые входные данные, так как применяемый подход в данном случае нацелен на эффективный выбор маршрута заказчиком груза или экспедиторскими компаниями. Ставки и информационные данные взяты из коммерческой транспортной среды и могут варьироваться в зависимости от политики компании, внешнеполитической среды, экономических факторов, торгово-экономических отношений с государствами, чьи территории включены в цепь поставок.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Для решения задачи приняты следующие числовые значения для расчёта критериев.

Стоимость перевозки 1 тонны жидкого топлива (критерий k_1) на 1 км:

- по железной дороге: 11,3 руб. (на территории России с Афипского НПЗ);

- по автомобильной дороге: для варианта S_1 — 56 руб., S_2 — 42 руб., S_3 — 76 руб., S_4 — 49 руб.;

- морским транспортом: для варианта S_1 — 21 руб., S_2 — 19 руб., S_3 — 26 руб., S_4 — 17 руб.

При определении стоимости доставки топлива по автомобильной дороге принято, что в процессе перевозки по направлениям S_1 – S_4 задействовано 50 автоцистерн грузоподъёмностью 30 тонн топлива каждая. Из условия заданной массы перевозки 3 000 тонн определяется необходимое количество автомашин при одной ходке для перевозки топлива ($3\,000/30 = 100$). По полученному результату определяется необходимое количество рейсов для 50 автомашин. Из практических соображений назначаются 50 автоцистерн по 2 кругорейса. Из полученного результата определяется стоимость перевозки заданной массы топлива автотранспортом, учитывающая порожний пробег автоцистерны (табл. 1).

Для расчёта числового значения критерия k_2 скорость движения по железной дороге задаётся 60 км/час, по автомобильной — 50 км/час, по морю — 30 км/час. При этом учитывается необходимость осуществления принятых авторейсов от пункта отправления до пункта прибытия и обратно. По заданной скорости транспорта по

автодороге (50 км/час) определяется необходимое время для перевозки всей массы топлива $S_1 = (605 \text{ км} \cdot 3) / (50 \text{ км}) = 36,3$ часа; $S_2 = 19,98$ часов; $S_3 = 8,82$ часов; $S_4 = 59,34$ часов.

Принимается, что стоимость перевалки топлива (критерий k_3) в терминале T_1 составит 190 руб. в ходе каждого процесса за одну тонну. Одновременно происходят два процесса — поступление жидкого топлива в терминал и загрузка нефтегруза в танкер. Аналогичные процессы происходят по каждому терминалу с вариацией видов транспорта. Стоимость перевалки топлива в терминалы и из них (суммарно два процесса) составляет для терминала T_2 — 220 руб. за тонну, для терминала T_3 — 340 руб., для терминала T_4 — 420 руб. за тонну, для терминала T_5 — 380 руб. за тонну.

Время перевалки топлива (критерий k_4) из железнодорожных цистерн в терминал для принятой массы топлива $M_T = 3000$ тонн составит 2 часа, из терминала в танкер — 5 часов.

По направлению Сирии перевалка с морского транспорта в нефтяной резервуар — 7 часов, из нефтяного резервуара на автомобильный транспорт — 5 часов.

По направлениям Иордания, Израиль, Египет время перевалки с морского транспорта в терминал принимается за 3 часа, из терминала на автомобильный транспорт — 3 часа. При этом время нахождения топлива в терминале T_1 — 2 суток, T_2 — 4 суток, T_3 — 2 суток, T_4 — 3 суток, T_5 — 5 суток.

Цифровое значение критерия k_5 (риск при перевозке) рассчитывается с учётом балла $k_s^{(1)}$ в отношении конкретного вида транспорта, массы M_T топлива (3000 тонн) и расстояния l перевозки:

$$D_{k5} = \frac{k_s^{(1)}}{M_T l} \quad (1)$$

В соответствии с алгоритмом решения принимается, что чем выше степень риска (в пределах от 0 до 1), тем ниже его цифровое значение $k_s^{(1)}$. Приняты следующие значения $k_s^{(1)}$:

а) морской транспорт $k_{s(M)}^{(1)} = 0,96$;

б) железнодорожный транспорт $k_{s(ж)}^{(1)} = 0,9$;

в) автомобильный транспорт $k_{s(A)}^{(1)} = 0,8$.

Значение риска при перевалке топлива для вариантов $S_1, \dots, S_4$ перевозки топлива рассчитывается по выражению:

$$D_{k6} = \frac{k_6^{(2)}}{M_T} \quad (2)$$

При этом k_6 принимается:

а) при перевалке с морского на автомобильный транспорт $k_{6(MA)}^{(2)} = 0,9$;

б) при перевалке с железнодорожного транспорта в терминал $k_{6(ЖТ)}^{(2)} = 0,88$;

в) при перевалке из терминала на морской транспорт $k_{6(TM)}^{(2)} = 0,86$;

г) при перевалке с морского транспорта в терминал $k_{6(МТ)}^{(2)} = 0,86$.

д) при перевалке из терминала на автомобильный транспорт $k_{6(АТ)}^{(2)} = 0,89$.

Время нахождения топлива в терминале порта Новороссийск T_1 (критерий k_7) принимается за 2 суток, в терминале порта Тартус T_2 — 4 суток, в терминале порта Акаба T_3 — 2 суток, в терминале порта Хайфа T_4 — 3 суток, в терминале порта Александрия T_5 — 5 суток.

Стоимость содержания топлива в терминалах: $T_1 = 120$ руб. в сутки (критерий k_8), $T_2 = 87$ руб., $T_3 = 110$ руб., $T_4 = 150$ руб., $T_5 = 130$ руб.

Риски по доставке топлива в конечные пункты рассчитываются по выражению:

$$D_{k9} = [\sum l_{1...m} / k_{l...m}]^{-1}, \quad (3)$$

где $l_{1...m}$ — длины составляющих участков путей по каждому рассматриваемому варианту доставки топлива. Здесь чем больше l , тем меньше цифровое значение и, тем самым, больше риск.

В соответствии с алгоритмом разработанного метода построена таблица 1, где помещены все цифровые значения D рассматриваемых критериев для вариантов перевозок $S_1, \dots, S_4$ жидкого топлива.

В соответствии с алгоритмом применяемого метода по значениям таблицы 1 строится таблица 2 суммарных значений каждого числового значения критериев по каждому варианту $S_1, \dots, S_4$. Далее с использованием цифровой информации таблицы 2 определяются места M каждого варианта S по каждому критерию, что заносится в таблицу 3 (в квадратных скобках). При этом лучшему месту присваивается большая цифра (максимальное значение — 4).

В связи с тем, что рассматриваемые выше критерии не равноценны между собой по





Таблица 1

Значения критериев для вариантов $S_1, \dots, S_4$

Числовые значения критериев	Варианты														
	S_1					S_2					S_3				
	ж.д.	T_1	море	T_2	авт.д.	ж.д.	T_1	море	T_3	авт.д.	ж.д.	T_1	море	T_4	авт.д.
D_{k1}	4407000	–	204183000	–	152460000	4407000	–	149454000	–	62937000	4407000	–	256932000	–	50274000
D_{k2}	2,2	–	108,03	–	36,3	2,2	–	87,4	–	19,98	2,2	–	109,8	–	8,82
D_{k3}	1140000					1140000					1140000				
D_{k4}	2 5 7 5					2 5 3 3					2 5 3 3				
D_{k5}	$2,3 \cdot 10^{-6}$					$2,3 \cdot 10^{-6}$					$2,3 \cdot 10^{-6}$				
D_{k6}	$2,9 \cdot 10^{-4}$					$2,9 \cdot 10^{-4}$					$2,9 \cdot 10^{-4}$				
	$2,8 \cdot 10^{-4}$					$2,8 \cdot 10^{-4}$					$2,8 \cdot 10^{-4}$				
	$2,8 \cdot 10^{-4}$					$2,8 \cdot 10^{-4}$					$2,8 \cdot 10^{-4}$				
	$2,9 \cdot 10^{-4}$					$2,9 \cdot 10^{-4}$					$2,9 \cdot 10^{-4}$				
D_{k7}	2					2					2				
D_{k8}	720000					720000					720000				
D_{k9}	0,00023					0,00030					0,00027				

Таблица 2

Общие значения критериев для вариантов $S_1, \dots, S_4$

Числовые обозначения коэффициентов значимости	Варианты			
	S_1	S_2	S_3	S_4
D_{k1}	361050000	216798000	311613000	378082500
D_{k2}	146,53	109,58	120,82	163,24
D_{k3}	1800000	2160000	2400000	2280000
D_{k4}	19	13	13	13
D_{k5}	$2,85 \cdot 10^{-6}$	$3,23 \cdot 10^{-6}$	$4,22 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-6}$
D_{k6}	0,00116	0,000116	0,000116	0,000116
D_{k7}	6	4	5	7
D_{k8}	1764000	1380000	2070000	2670000
D_{k9}	0,00023	0,00030	0,00027	0,00022

своей значимости, то вводится коэффициент значимости k_m этих критериев методом экспертных оценок (в пределах 0–1). При этом чем критерий значимее, тем соответствующий коэффициент k_m ближе к единице. В частном случае значения разных k_m могут совпадать.

Ниже даны коэффициенты значимости k_m всех критериев, с учётом которых определяются уточнённые значения M мест рассматриваемых вариантов, где $M_i = M_i \cdot k_{mi}$. В рассматриваемой задаче приняты следующие значения k_m для критериев:

	Критерии								
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9
k_m	1	0,85	0,75	0,8	0,2	0,25	0,7	0,75	0,7

Таким образом, окончательные места M для каждого из вариантов $S_1, \dots, S_4$ по каждому критерию определяются путём умножения значения M на коэффициент значимости соответствующего критерия.

Окончательные результаты m по выбору лучшего варианта доставки топлива по

комплексу критериев получаем путём сложения всех M отдельно по каждому варианту S , т.е. $M_i = M_i(k_m)$, где $i_1, \dots, i_9$. Большее значение m соответствует лучшему варианту доставки топлива по принятым в задаче критериям.

Лучшим вариантом S перевозок является вариант S_2 , т.к. соответствующее этому варианту m имеет максимальное значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом в результате решения многокритериальной задачи определён лучший по принятым критериям вариант перевозки жидкого топлива от НПЗ Афицкий (Россия) в Палестину, состоящий из перевозки топлива по железной дороге до порта «Новороссийск» (для всех рассматриваемых вариантов), далее через два терминала морем до порта Акаба (Иордания), далее по автомобильной дороге до Государства Палестина. Рассчи-

Таблица 3

Уточнённые места M (в квадратных скобках) вариантов $S_1, \dots, S_4$ с учётом коэффициентов значимости « k_m » критериев

	Варианты			
	S_1	S_2	S_3	S_4
M_{k1}	$[2] \cdot 1 = 2$	$[4] \cdot 1 = 4$	$[3] \cdot 1 = 3$	$[1] \cdot 1 = 1$
M_{k2}	$[3] \cdot 0,85 = 2,55$	$[4] \cdot 0,85 = 3,4$	$[3] \cdot 0,85 = 2,55$	$[1] \cdot 0,85 = 0,85$
M_{k3}	$[4] \cdot 0,75 = 3$	$[3] \cdot 0,75 = 2,25$	$[1] \cdot 0,75 = 0,75$	$[2] \cdot 0,75 = 1,5$
M_{k4}	$[1] \cdot 0,8 = 0,8$	$[2] \cdot 0,8 = 1,6$	$[2] \cdot 0,8 = 1,6$	$[2] \cdot 0,8 = 1,6$
M_{k5}	$[2] \cdot 0,2 = 0,4$	$[3] \cdot 0,2 = 0,6$	$[4] \cdot 0,2 = 0,8$	$[1] \cdot 0,2 = 0,2$
M_{k6}	$[1] \cdot 0,25 = 0,25$	$[1] \cdot 0,25 = 0,25$	$[1] \cdot 0,25 = 0,25$	$[1] \cdot 0,25 = 0,25$
M_{k7}	$[2] \cdot 0,7 = 1,4$	$[4] \cdot 0,7 = 2,8$	$[3] \cdot 0,7 = 2,1$	$[1] \cdot 0,7 = 0,7$
M_{k8}	$[3] \cdot 0,75 = 2,25$	$[4] \cdot 0,75 = 3$	$[2] \cdot 0,75 = 1,5$	$[1] \cdot 0,75 = 0,75$
M_{k9}	$[2] \cdot 0,70 = 1,4$	$[4] \cdot 0,70 = 2,8$	$[3] \cdot 0,70 = 2,1$	$[1] \cdot 0,70 = 0,70$
m	14,05	20,70	14,65	7,55

танный вариант максимально удовлетворяет всем предъявленным требованиям (критериям).

Предложенный алгоритм может быть использован для схожих задач, связанных с проработкой маршрутов иных видов поставок и использованием нескольких видов транспорта и выбором из их числа оптимального на основе нескольких критериев с учётом коэффициентов значимости.

1. Разработанная теория позволяет объективно выделить лучшее предложение из возможных в мультимодальных перевозках жидкого топлива при рассмотрении множества критериев, в том числе противоречивых.

2. Теория позволяет повысить качество полученного результата не только по цифровым значениям принятых критериев, но и в результате учёта значимости различных критериев между собой по влиянию их на рассматриваемый процесс.

3. Для повышения при необходимости качества получаемых результатов расчёта предусмотрена возможность уточнения промежуточных данных путём использования линейного и нелинейного интерполирования.

4. Процесс определения лучших схем мультимодальных перевозок жидкого топлива сопровождается рассмотрением возможных финансовых, временных и иных рисков путём учёта соответствующих критериев в расчёте.

5. Теория позволяет ставить и решать задачи с учётом гипотетических путей перевозок жидкого топлива и сравнивать полу-

ченные результаты с существующими схемами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николашин В. М., Аникин Б. А. Логистика. — М.: Инфра-М, 1997. — 327 с.
2. Сергеев В. И. Менеджмент в Бизнес-Логистике. — М.: Информационно-издательский дом «Филин», 1997. — 772 с.
3. Щербанин Ю. А. Логистика в нефтегрузовой отрасли и международные потоки. — М.: «МГИМО», 2017. — 172 с.
4. Щербанин Ю. А. Транспортно-логистическое обеспечение перевозок углеводородного сырья и нефтегазотрейдинга. — М.: «МГИМО», 2017. — 440 с.
5. Aven T. Misconceptions of risk. — John Wiley and Sons, Inc., 2010. — 248 p.
6. Aven T. Risk Analysis. Assessing uncertainties beyond expected values and probabilities. — John Wiley and Sons Inc., April 2008. — 204 p.
7. Aven T., Vinnem J. E. Risk Management: With applications from the offshore petroleum industry. — Springer, 2007. — 211 p.
8. Beaumont E. A., Forester N. H. Exploring for oil and gas trap. — The American Association of Petroleum Geologists, 1999. — pp. 1–100.
9. Shapiro J. F. Modeling the Supply Chain. Thomson Learning, 2001. — 586 p.
10. Гогричиани Г. В. Объективное определение по результатам сравнений (испытаний) перспективного объекта при неограниченном множестве рассматриваемых противоречивых критериев // Вестник ВНИИЖТ. — 2006. — № 6. — С. 14–15.
11. Гогричиани Г. В., Ляшенко А. Н. Рационализация перевозки жидкого топлива // Мир транспорта. — 2012. — № 3. — С. 130–135.
12. Гогричиани Г. В., Ляшенко А. Н. Выбор места расположения нефтяного терминала по комплексу противоречивых критериев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. — 2017. — № 2. — С. 35–39.
13. Ляшенко А. Н. Выбор береговых терминалов для хранения жидкого топлива // Мир транспорта. — 2014. — № 3. — С. 84–91.
14. Ляшенко А. Н. Метод выбора рационального пути по комплексу критериев при перевозке жидкого топлива // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. — 2014. — № 2. — С. 41–43. ●

