УДК 656.225.073.437:662.75

Выбор береговых терминалов для хранения жидкого топлива

Антон ЛЯШЕНКО

Anton N.LYASHENKO

Ляшенко Антон Николаевич – аспирант Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ОАО «ВНИИЖТ»), Москва, Россия.

Анализируется, во что обходится и из каких затрат складывается хранение жидкого топлива в портовых и береговых терминалах, участвующих в грузоперевозках. В числе прочего оцениваются выбор рациональных объемов резервуаров, окупаемость постройки буферных емкостей, стоимость нахождения одной тонны сырой нефти, мазута, дизельного топлива в сутки, перевозка подобных грузов в осенне-зимний и весенне-летний периоды по определенным маршрутам. Названы на основе показателей терминалов российской береговой линии наиболее приемлемые критерии и условия их эксплуатации при включении в качестве звена в логистической цепи, ориентированного на меньшие затраты и сроки доставки.

Ключевые слова: логистика, экономика, грузоперевозки, жидкое топливо, морской порт, береговой терминал, хранение, затраты, расчет стоимости, окупаемость.

В транспортной системе ее эффективность и сама возможность функционирования во многом зависят от функций и расположения в ней терминалов, так или иначе амортизирующих мощности потоков грузов. В свою очередь, основной характеристикой нефтяного терминала является резервуарный парк. С увеличением объема резервуаров снижается количество многодневных дорогостоящих задержек состава цистерн и экономических потерь, которые несут перевозочные компании, превращая железнодорожный подвижной состав в склад на колесах. При создании перегрузочного комплекса в порту обязательно планируется строительство резервуаров, железнодорожных сливочных эстакад, причальной инфраструктуры. На рис. 1 представлена усредненная динамика цен на резервуары объемом (V) от 100 до 5000 м^3 с учетом установки.

В таблице 1 для общего сведения даны некоторые объективные характеристики терминалов и портов России.

Рассмотрим задачу, целью которой являются рекомендации по выявлению рационального объема резервуарного парка, окупаемость постройки буферных емко-

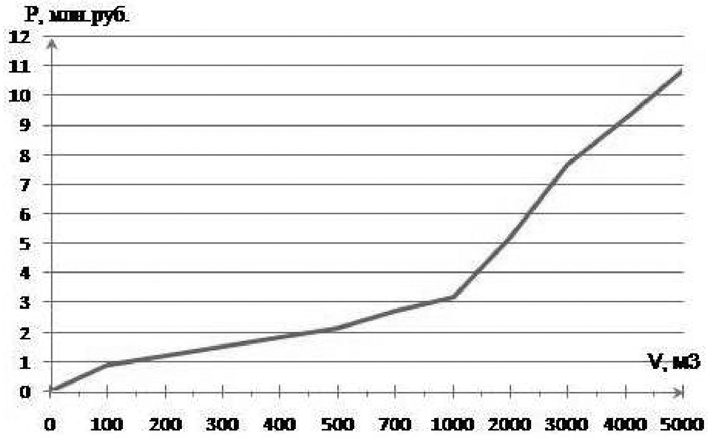

Рис. 1. Динамика цен на стальные резервуары, млн руб.

Pic. 1. Dynamics of prices for steel tanks, mln rub.

стей и определение стоимости хранения 1 тонны топлива в сутки в терминале. В качестве жидкого топлива взяты мазут, дизельное топливо, сырая нефть.

Принято, что жидкое топливо перевозится из пункта А в пункт В (рис. 2) двумя путями. Первый путь представляет собой перевозку груза по железной дороге 1 и морскому пути с перевалкой груза в терминале 1 и 4 (T_1, T_4), далее по железной дороге 5 до пункта назначения В. Второй путь представляет собой перевозку груза по железной дороге 2 через терминал 2 (T_2) и проследование по пути река-море, далее перевалку топлива на железную дорогу 3 и 4 через терминал 3 (T_3). При этом время следования по первому маршруту составляет 14 календарных дней, по второму – 12.

Для решения транспортной задачи общего вида используется объективный метод, который реализован в программе Access. В качестве факторов, влияющих на развитие терминалов, выбраны следующие показатели.

Выбор рационального объема резервуара рассчитывается по формуле:

$$V = \left(\sum_{k=i_1}^{i_N} N_1 * 0{,}92 * \sum_{k=i_1}^{i_N} T_1 / 30\right) - \left(\sum_{k=i_1}^{i_N} N_2 * 0{,}92 * \sum_{k=i_1}^{i_N} T_2 / 30\right), \quad (1)$$

где $\mathbf{N_1}$ – грузопоток, прибывающий в порт, т.;

$\mathbf{N_2}$ – грузопоток, убывающий из порта точно в срок (принято как 70% от потока прибывающего в порт), т.;

Т – время в пути по дороге i, суток;

За число 0,92 принимается предположение, что среднее запаздывание груза составляет 2 часа в пути следования.

Окупаемость постройки буферных емкостей в терминале предполагает учесть:

С – затраты на строительство (инвестиции), руб.;

Эп– затраты на эксплуатацию, руб./сутки;

$\mathbf{C_т}$ – стоимость перевалки жидкого топлива, руб./тонну;

Тп – количество переваливаемого груза, тонн;

$\mathbf{T_п}$ – постоянное количество тонн в резервуаре (принято равным 75% его общего объема);

$\mathbf{C_{хр}}$ – стоимость хранения топлива, руб./тонна в сутки.

Формула окупаемости постройки буферных емкостей в терминале будет иметь вид:

$$C + Эn = C_T Tn + C_{xp} T_П n. \quad (2)$$

Для принятия решения по определению стоимости хранения 1 тонны топлива в сутки (из расчета назначенного срока окупаемости терминала) предполагается, что полные затраты на терминал должны окупаться за «*n*» суток после его пуска. Для этого стоимость определяется из выражения:

$$C_{xp} = \frac{C + Эn - C_T Tn}{T_П n}. \quad (3)$$

В таблице 2 представлен пример существующего тарифа на хранение 1 тонны топлива за сутки:

Приняты следующие тарифы за перевалку груза в терминале:

1) Мазут топочный = 280 руб. за 1 тонну;

2) Дизельное топливо = 233 руб. за 1 тонну;

3) Сырая нефть = 255 руб. за 1 тонну.

Таблица 1 / Table 1

Терминал, порт *Terminal, port*	Специализация *Specialization*	Длина (м) *Length,m*	Глубина (м) *Depth, m*	Осадка судов (м) *Vessel draft,m*	Оснащение (объем резервуарного парка) Facilities (the volume of the tank farm)
Шесхарис (порт Новороссийск) *Sheskharis (Novorossiysk)*	нефть, мазут, дизельное топливо *oil, fuel oil, diesel fuel*				резервуары общим объемом 1 100 000 м³ (для всех причалов)
Причал 1 *Berthing 1*		490	24	23,7	
Причал 1а *Berthing 1a*		490	25	20	
Причал 2 *Berthing 2*		320,3	14,5	14,2	
Причал 3 *Berthing 3*		227,5	11,5	11,2	
Причал 5 *Berthing 5*		170	9,7	9,4	
Причал 6 *Berthing 6*		228	13,5	13,2	
Причал 7 *Berthing 7*		228	13,5	13,2	
Причал 8 *Berthing 8*		170	9,7	9,4	
Морской порт Козьмино *Seaport Kozmino*	нефть *oil*	441,9	19,8	17	350 000 м³
Морской терминал КТК-Р *Sea terminal KTK-P*	нефть *oil*				400 000 м³
ВПУ КТК-1		--	56	--	
ВПУ КТК-2		--	57	--	
Нефтяной терминал ООО «Финвесторг» *Oil terminal of LLC "Finvestorg"*	мазут *fuel oil*				57 000 м³
Нефтебаза №4, 2 *Oil base №4, 2*		120	4,5	4	
Нефтебаза №4, 3 *Oil base №4, 3*		112,5	4,5	4	
Нефтебаза «Глухое» *Oil base "Glukhoe"*	нефтепродукты *oil products*				15 000 м³
Причал 132 *Berthing 132*		60	5	5,8	
Витино *Vitino*	нефть, нефтепродукты, мазут, газовый конденсат				280 000 м³
Причал 3 *Berthing 3*		108	4	3,6	
Петербургский нефтяной терминал *St. Petersburg oil terminal*	дизельное топливо, мазут *diesel fuel, fuel oil*				354 000 м³
Причал 112А *Berthing 112 A*		175	11	10,8	
Причал 112Б *Berthing 112Б*		101,8	--	11	
Причал 112В *Berthing 112В*		127,5	--	11	
ПНТ-1, палы	мазут *fuel oil*	178,2	--	5,8	
ПНТ-2, палы		169	--	5,8	
ПНТ-3, палы		470,2	--	11	
ПНТ-4, палы		470,2	--	11	
Высоцк *Vysotsk*	нефть, нефтепродукты				460 000 м³
Причал 1 *Berthing 1*		344,5	14,5	13,2	
Причал 2 *Berthing 2*		344,5	14,5	13,2	
Причал 3 *Berthing 3*		83	7	5,5	

Таблица 2 / Table 2

Время хранения *Storage time*	Стоимость хранения за тонну, руб. Storage costs for 1 ton, rub		
	Мазут *Fuel oil*	Дизельное топливо *Diesel fuel*	Сырая нефть *Raw oil*
1 неделя/ 1st *week*	65	40	60
2 недели/ 2nd *week*	85	52	80
3 недели/ 3rd *week*	107	64	100
4 недели/4th *week*	138	82	130
5 недель/5th *week*	172	100	140
6 недель/6th *week*	225	130	150
свыше 43 суток *over 43 days*	440	250	400

Предполагается, что пропускная способность терминала в сутки составляет:

– мазут топочный – 7200 т в осенне-зимний период, 14400 т в весенне-летний период;

– дизельное топливо – 21600 т независимо от времени года;

– сырая нефть – 10800 т в осенне-зимний период, 14400 – в весенне-летний период.

Рассчитаем для краткосрочной перспективы (на 30 календарных дней) рациональный объем резервуаров согласно выражению (1).

Плотность мазута = 950 кг/м^3, дизельного топлива = 850 кг/м^3, сырой нефти = 900 кг/м^3.

Для первого маршрута перевозки груза в осенне-зимний период объем составляет:

Мазут топочный: V = (7200·30) ·0,92·14/30) – (5040·30) ·0,92·14/30) = 27820,80 т (29285,05 м^3);

Дизельное топливо: V = (21600·30) ·0,92·14/30) – (15120·30) ·0,92·14/30) = 83462,40 т (98191,06 м^3);

Сырая нефть: V = (10800·30) ·0,92·14/30) – (7560·30) ·0,92·14/30) = 41731,20 т (46368,00 м^3).

В весенне-летний период:

Мазут топочный: V = (14400·30) ·0,92·14/30) – (10080·30) ·0,92·14/30) = 55641,60 т (58570,11 м^3);

Дизельное топливо: V = (21600·30) ·0,92·14/30) – (15120·30) ·0,92·14/30) = 83462,40 т (98191,06 м^3);

Сырая нефть: V = (14400·30) ·0,92·14/30) – (10080·30) ·0,92·14/30) = 55641,60 т (61824,00 м^3).

Для второго маршрута перевозки груза получаем следующее:

В осенне-зимний период:

Мазут топочный: V = (7200·30) ·0,92·12/30) – (5040·30) ·0,92·12/30) = 23846,40 т (25101,47 м^3);

Дизельное топливо: V = (21600·30) ·0,92·12/30) – (15120·30) ·0,92·12/30) = 71539,20 т (84163,76 м^3);

Сырая нефть: V = (10800·30) ·0,92·12/30) – (7560·30) ·0,92·12/30) = 35769,60 т (39744,00 м^3).

В весенне-летний период:

Мазут топочный: V = (14400·30) ·0,92·12/30) – (10080·30) ·0,92·12/30) = 47692,80 т (50202,95 м^3);

Дизельное топливо: V = (21600·30) ·0,92·12/30) – (15120·30) ·0,92·12/30) = 71539,20 т (84163,76 м^3);

Сырая нефть: V = (14400·30) ·0,92·12/30) – (10080·30) ·0,92·12/30) = 47692,80 т (52992,00 м^3).

Из анализа приведенных данных и расчетов получаем следующее.

Для первого маршрута годовой объем одного из терминалов от перевалки мазута топочного составит 500774,40 т, дизельного топлива – 1001548,80 т, сырой нефти – 584236,80 т. При этом прибыль от перевалки жидкого топлива в указанном случае будет 522558086,40 руб.

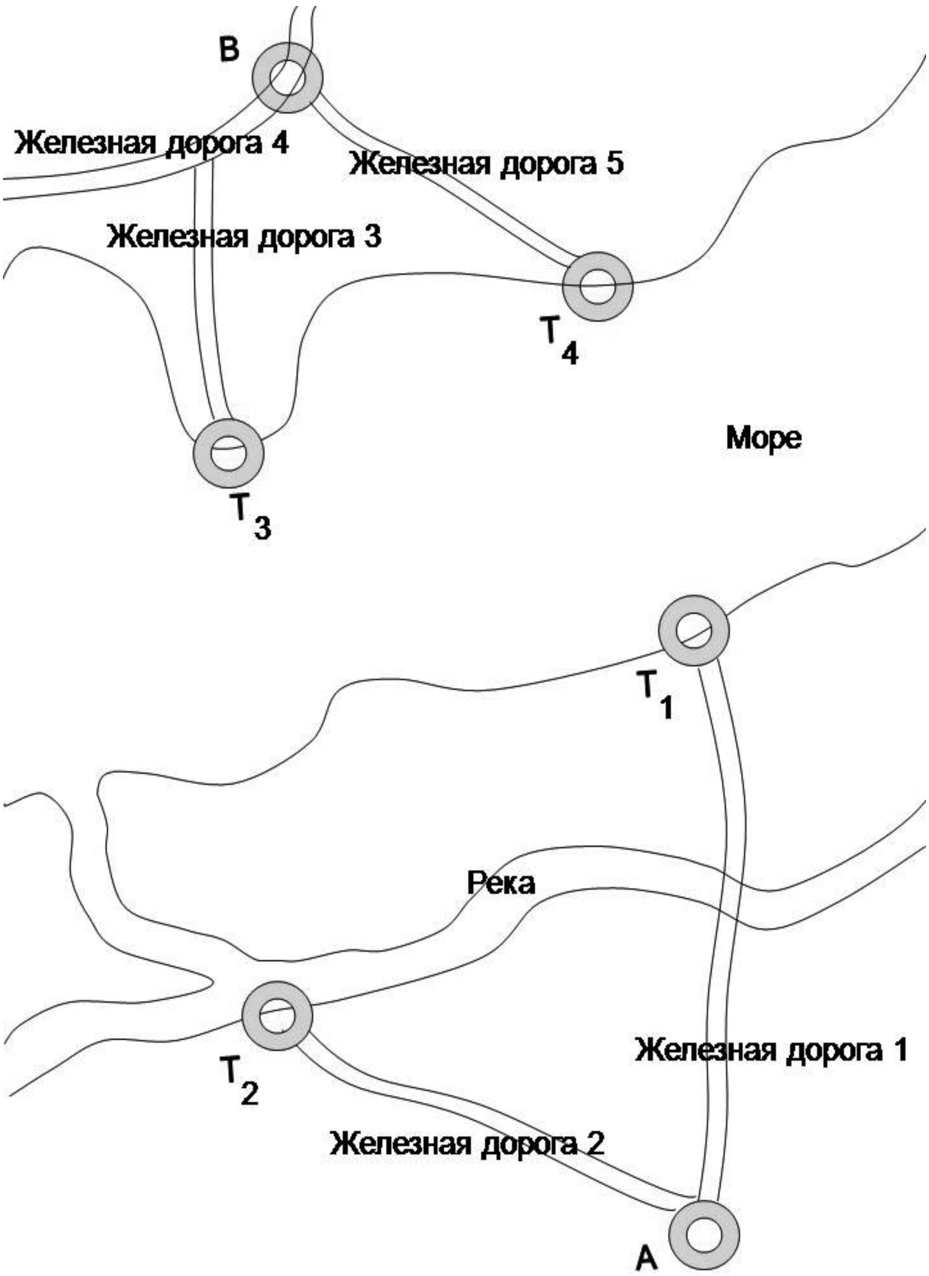

Рис. 2. Схема перевозки жидкого топлива.

Pic. 2. Plan of transportation of liquid fuel.

Для второго маршрута годовой объем одного из терминалов от перевалки мазута топочного составит 429235,20 т, дизельного топлива – 858470,40 т, сырой нефти – 500774,40 т. Согласно этим объемам прибыль от перевалки жидкого топлива превысит 447906931 руб.

Чтобы добиться эффективного функционирования терминала, рассматривается случай, когда каждому виду топлива устанавливается свой резервуарный парк. Этим преследуется цель предотвратить смешивание остатков одного вида топлива с другим. Ниже показаны выбранные объемы резервуарного парка согласно сезонности в большую сторону и стоимости стандартных проектов стальных резервуаров (рис.1).

Так, первый маршрут получает: под мазут при объеме 55641,60 т (58570,11 м^3)

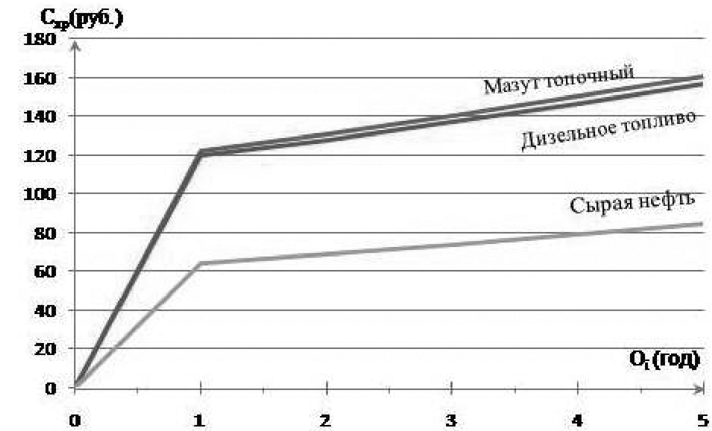

Рис. 3. Динамика цен Схр на хранение жидкого топлива в нефтяных терминалах по маршруту 1, руб.

Pic. 3. Dynamics of prices Cxp for storage of liquid fuel at oil terminals on the route 1, rub.

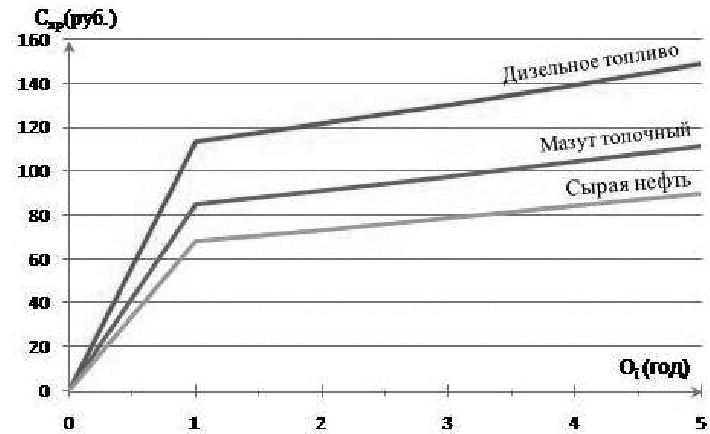

Рис. 4. Динамика цен Схр на хранение жидкого топлива в нефтяных терминалах по маршруту 2, руб.

Pic. 4. Dynamics of prices Cxp for storage of liquid fuel at oil terminals on the route 2, rub.

= 11 резервуаров по 5000 м^3, один вместимостью 3000 м^3 и еще один объемом 700 м^3; под дизельное топливо при объеме 83462,40 т (98191,06 м^3) = 19 резервуаров по 5 000 м^3, два вместимостью 3000 м^3 и 200 м^3; под сырую нефть при объеме 55641,60 т (61824,00 м^3) = 12 резервуаров по 5000 м^3 и один объемом 2000м^3.

Для второго маршрута: мазут при объеме 47692,80 т (50202,95 м^3) = 10 резервуаров по 5000 м^3 и один вместимостью 300 м^3; дизельное топливо при объеме 71539,20 т (84163,76 м^3) = 16 резервуаров по 5000 м^3, один вместимостью 4000 м^3 и еще один объемом 200 м^3; нефть сырая при объеме в 47692,80 т (52992,00 м^3) = 10 резервуаров по 5000 м^3 и резервуар объемом 3000 м^3.

При расчете показателя $C_{хр}$ хранения 1 т топлива в сутки использовано выражение (3).

Итак, **для первого маршрута** имеем:

Мазут: $C_{хр}$ = ((129763300,00+15571596,00) –280· (500774,40)) /41 731,20 = 122,64 руб.;

Дизельное топливо: $C_{хр}$ = ((215039770,00+25804772,40) – 233· (1001548,80)) /62596,80 = 119,55 руб.;

Сырая нефть: $C_{хр}$ = ((135434600,00+16252152,00) – 255· (584236,80)) /41731,20 = 64,85 руб.

Для второго маршрута:

Мазут: $C_{хр}$ = ((110032612,00+13203913,44) –280· (429235,20)) /35769,60 = 85,29 руб.;

Дизельное топливо: $C_{хр}$ = ((184035670,00+22084280,40) –233· (858470,40)) / 53654,40 = 113,62 руб.;

Сырая нефть: $C_{хр}$ = ((116198100,00+13943772,00) – 255· (500774,40)) /35769,60 = 68,34 руб.

Согласно расчету стоимости $C_{хр}$ в терминале более предпочтительным при перевозке мазута топочного и дизельного топлива становится второй маршрут перевозки, а для сырой нефти – первый маршрут. При стабильном грузопотоке жидкого топлива в нефтяные терминалы и росте инфляции 7% годовых приведены графики (рис. 3, 4) по первому и второму маршрутам по стоимости хранения жидкого топлива в течение пяти лет.

Далее представлен расчет окупаемости постройки резервуарного парка согласно выражению (2) для данной задачи.

Для первого маршрута:

Мазут: 129763300,00+15571596,00 = 280·500774,40+122,64·41 731,20, то есть 145334896,00=145334896,00 руб.;

Дизельное топливо: 215039770,00+25804772,40 = 233·1001548,80+119,55·62596,80, то есть 240844542,40=240844542,40 руб.;

Сырая нефть: 135434600,00+16252152,00 = 255·584236,80+64,85·41731,20, то есть 151686752,00=151686752,00 руб.

Для второго маршрута:

Мазут: 110032612,00+13203913,44 = 280·429235,20+85,29·35769,60, то есть 123236525,44=123236525,44 руб.;

Дизельное топливо: 184035670,00+22084280,40 = 233·858470,40 + 113,62·53654,40, то есть 206119950,40=206119950,40 руб.;

Сырая нефть: 116198100,00+13943772,00 = 255·500774,40+68,34·35769,60, то есть 130141872,00=130141872,00 руб.

Согласно проведенным расчетам можно констатировать, что для каждого варианта резервуарного парка при названных тарифах окупаемость стальных резервуаров без учета стоимости причальной инфраструктуры и арендованной или выкупленной земли произойдет в первый год эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом возможных путей и результатов развития терминального нефтяного комплекса проанализированы некоторые показатели терминалов российской береговой линии. Выбор того или иного из них для включения звеном в логистическую цепь поставки определяется меньшими затратами и сроками на доставку жидкого топлива.

Новизна ожидаемых решений с помощью предлагаемых подходов заключается в определении рациональных объемов терминалов, окупаемости средств при создании и эксплуатации хранилищ жидкого топлива. Показан пример оптимального по стоимостным показателям маршрута доставки груза из пункта А в пункт В в зависимости от существующих грузопотоков, сроков транспортировки и хранения жидкого топлива в терминальных резервуарах береговой зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Р. А. Повышение конкурентоспособности бункерной компании оптимизацией транспортно-логистических схем доставки топлива / Автореф. дис... канд. экон. наук: – СПб., 2009. – 20 с.
2. Зотов Д. В. Методы формирования стратегии развития морских терминалов нефтепродуктов / Дис... канд. экон. наук: – М., 2013. – 143 с.
3. Сапронов В. Н. Планирование и оптимизация загрузки нефтеналивных терминалов/ Автореф. дис... канд. экон. наук: – СПб., 2013. – 24 с.

SELECTION OF COASTAL TERMINALS FOR STORAGE OF LIQUID FUEL

Lyashenko, Anton N. *– Ph.D. student at All-Russian Scientific Research Institute of Railway Transport (JSC VNIIZHT), Moscow, Russia.*

ABSTRACT

The article provides an analysis of costs of liquid fuel storage at port and coastal terminals involved in freight transportation. Among other things, it gives estimation of selection of tanks' rational volumes, payback period of buffer tanks construction, cost of storage for one ton of crude oil, fuel oil, diesel fuel per day, transportation of such goods in autumn-winter and spring-summer periods on certain routes. Moreover, on the basis of indicators of terminals of Russian coastline most appropriate criteria and their operating conditions are named by adding as a link in the supply chain, which is based on lower costs and delivery period.