

## ЛОГИСТИКА

УДК 656.062

М. М. КОЛОС, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

### ИЗДЕРЖКИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Беларусь является одним из крупнейших производителей минеральных удобрений. Географическая отдаленность рынков сбыта и отсутствие собственного выхода к морю обуславливают перевалку продукции в иностранных морских портах. В этих условиях задача снижения доли транспортной составляющей в конечной цене продукции на рынках сбыта является весьма важной. Приведены логистические принципы, базируясь на которых, формируется система доставки продукции; рассмотрены направления оптимизации системы доставки минеральных удобрений. Сделан вывод о зависимости суммарных издержек от характеристик и параметров отдельных элементов: количества вагонов и времени их оборота; размера склада и производительности перегрузочного оборудования в порту; грузоподъемности судна и др., что позволяет оптимизировать систему доставки, распределяя грузопоток между разными каналами доставки.

**В**ведение. Сокращение расходов товародвижения является одним из основных векторов государственной политики Республики Беларусь во внешней торговле. Разработка Концепции развития товаропроводящих сетей отечественных предприятий, создание ЗАО «Белорусская калийная компания» и «Белорусская нефтяная компания» направлены на проведение собственной ценовой политики, гармонизацию и централизацию поставок массовых внешнеторговых грузов.

В условиях хозяйствования, осложненных явлениями мирового экономического кризиса, вопросы формирования систем доставки должны быть решены в первую очередь для крупных системообразующих предприятий, мощных товаро- и грузопотоков. Минеральные удобрения наряду с нефтепродуктами, черными металлами и продукцией машиностроения составляют основу промышленного экспорта Республики Беларусь.

Республиканское унитарное предприятие «Производственное объединение «Беларуськалий» (РУП «ПО «Беларуськалий») является одним из крупнейших мировых производителей калийных удобрений. Основные поставки РУП «Беларуськалий» осуществляются в страны Юго-Восточной Азии (Китай, Индия, Малайзия) и Латинскую Америку (Бразилия). Всего хлористый калий поставляется более чем в 60 стран мира [1]. География потребителей белорусского калия обуславливает поставки продукции морским транспортом, что в свою очередь ведет к необходимости организации смешанной перевозки с перевалкой груза в иностранных портах.

**Логистические принципы формирования системы доставки.** Построение системы доставки калийных удобрений, базирующейся на принци-

пах логистики, обозначает ориентацию на оценку суммарного эффекта от комплексного подхода к объединению отдельных элементов в логистическую систему. В результате проведенных исследований были сформулированы концептуальные положения формирования системы доставки калийных удобрений:

*системный подход*, предусматривающий:

– учет технологических процессов на всем протяжении цепочки доставки, начиная от добычи, производства товарной продукции и заканчивая доставкой продукции потребителю;

– соответствие инфраструктуры системы доставки и параметров пропускаемых грузовых, транспортных, информационных, финансовых и иных потоков;

– рассмотрение участников схемы доставки в качестве звеньев единой логистической цепи доставки;

*диверсификация системы поставки*, предполагающая наличие нескольких каналов (цепочек) доставки, что позволяет:

– целенаправленно поддерживать высокий уровень конкуренции между каналами поставки, увеличивать конкурентоспособность товара за счет снижения доли транспортной составляющей в конечной цене товара;

– обеспечивать высокий уровень бесперебойности и ритмичности отгрузки готовой продукции, а следовательно, и стабильность основного производства;

*единый критерий эффективности* функционирования, учитывающий:

– совокупные издержки на всех каналах поставки, начиная от добычи и производства продукции и заканчивая доведением ее до потребителя (региона потребления);

– взаимосвязь товарного и транспортного рынков посредством учета верхних пределов тарифов, фрахтовых ставок, сроков доставки, объемов перевозок, цены продукции и спроса на нее;

*устойчивость и адаптивность*, предполагающие:

– с одной стороны, стабильность функционирования и заинтересованность в постоянном развитии и совершенствовании, что обеспечивается фиксированием постоянных грузопотоков в каждом из конкурирующих каналов (цепочек) поставки;

– с другой стороны, быструю адаптацию системы доставки к колебаниям товарного рынка, наличию форс-мажорных обстоятельств, фактической загруженности цепочек доставки;

*самоорганизация системы доставки* при изменении управляющих параметров, одним из которых является размер грузопотока, пропускаемый по каждому из каналов системы доставки;

*соответствие сбытовой стратегии*, которая у всех мировых производителей удобрений строится на следующих принципах, позволяющих удерживать стабильные цены и планомерно повышать объемы продаж:

– обеспечение стабильности цен на мировом рынке за счет строгого соответствия объемов экспорта текущему спросу;

– максимальное расширение географии сбыта для сглаживания колебаний спроса в отдельных регионах.

**Направления оптимизации системы доставки минеральных удобрений.** При формировании и оценке эффективности системы доставки традиционно использовались значения себестоимости перевозки, однако для обеспечения связи рынка транспортных услуг с товарным рынком в качестве целевой функции может использоваться дополнительная прибыль, которая формируется за счет применения прогрессивных систем доставки и продаж [2]. Эта прибыль теоретически тем выше, чем более объемные условия поставки приходится на продавца. Вопрос о переходе на более объемные условия поставок, например с DAF на FOB (здесь и далее используются термины Incoterms 2000) или с FOB на CIF, является приоритетным в развитии внешней торговли Республики Беларусь. Однако более объемные условия поставок, кроме разницы в рыночной цене продукции, влекут дополнительные затраты и риски продавца, которые при ненадлежащей организации системы доставки могут превысить размер ожидаемой дополнительной прибыли.

Выбор базиса поставки обусловлен рядом факторов: потенциалом предприятия-экспортера в сфере транспортировки, рыночной конъюнктурой, необходимостью перепродажи товара до его прибытия в место назначения.

Доставка калийных удобрений в регионы потребления (государства Латинской Америки, Юго-Восточной Азии, Европы) осуществляется морским транспортом. Так как у Республики Беларусь нет собственного выхода к морю, то калийные удобрения могут доставляться на рынки сбыта по разным маршрутам с использованием разных портов отправления. Учитывая эти особенности, процесс оптимизации можно разложить на две составляющие: вертикальную и горизонтальную (рисунок 1).

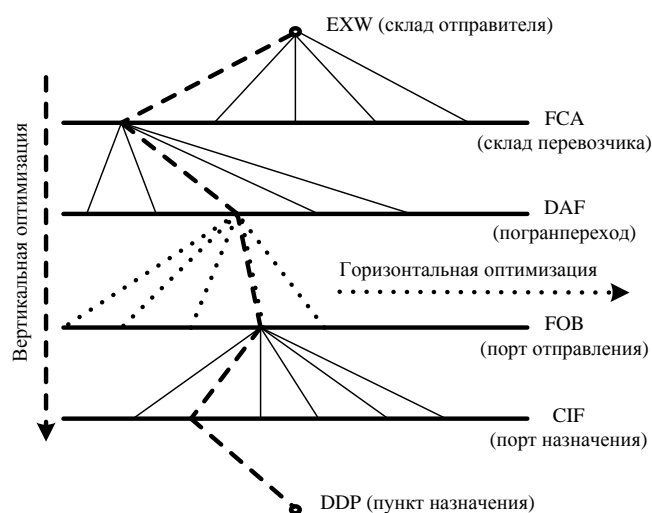


Рисунок 1 – Направления оптимизации системы доставки

Вертикальная оптимизация позволяет достичь максимальных значений дополнительной прибыли за счет перехода на более объемные условия поставки и повышения рыночной цены продукции. Горизонтальная оптимизация – выбор возможных маршрутов, видов транспорта или их сочетаний позволяет снизить издержки, связанные с организацией поставки единицы продукции при выполнении обязательств по контракту.

Вертикальное и горизонтальное направления оптимизации связаны и обуславливают друг друга. Минимальные условия поставки EXW фактически исключают какую-либо горизонтальную составляющую оптимизации – груз передается покупателю на складе продавца. Усложнение базиса поставки расширяет поле для горизонтальной составляющей: на условиях FCA возможна оптимизация поставок с учетом преимуществ различных видов транспорта или отдельных перевозчиков; условия FOB предполагают возможность выбора порта перевалки; условия CIF – выбор морского перевозчика.

Учитывая, что РУП «ПО «Беларуськалий» и ЗАО «Белорусская калийная компания» реализуют согласованную политику продвижения калийных удобрений на мировой рынок, осуществляя поставки груза до порта назначения, то конечным звеном

цепочки доставки принимается порт назначения (или регион потребления). Фиксируя условие поставки CIF (порт назначения) как максимально возможное и учитывая возможность организации доставки груза с использованием разных портов перевалки, целевая функция принимает вид

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} Q_{ij} = \sum_{r=1}^l \sum_{j=1}^n (C_{CIFrj} - C_{пр} - I_{CIFrj}) Q_{CIFrj} \rightarrow \max, \quad (1)$$

с ограничениями

$$\sum_{r=1}^l \sum_{j=1}^n Q_{CIFrj} = Q, \quad (2)$$

$$Q_r^{\min} \leq \sum_{j=1}^n Q_{CIFrj} \leq Q_r^{\max}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n Q_{CIFrj} \leq \frac{365 T_{\text{пост}}}{\Theta_r} N_r P_{\text{ст}}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n N_r = N, \quad (5)$$

где  $M_{ij}$  – дополнительная (чистая) прибыль при поставках продукции на  $i$ -м условии Incoterms в  $j$ -м пункте поставки продукции (порт выгрузки, погрузки, пограничный переход и др.), \$/т;  $Q_{ij}$  – грузопоток через  $j$ -й пункт поставки продукции (порт, пограничный переход) на  $i$ -м условии поставки, т;  $m$  – количество базисных условий поставки товара;  $C_{CIFrj}$  – цена единицы продукции, реализуемой на условиях поставки CIF с поставкой через  $r$ -й порт перевалки, в  $j$ -м порту назначения, \$/т;  $C_{пр}$  – издержки производства по изготовлению товарной продукции, \$/т;  $I_{CIFrj}$  – издержки продавца, связанные с организацией поставки единицы продукции на условиях CIF через  $r$ -й порт перевалки в  $j$ -й порт назначения, \$/т;  $Q_{CIFrj}$  – грузопоток через  $r$ -й порт перевалки продукции в  $j$ -й порт назначения, поставляемый на условиях CIF, т;  $Q$  – общий объем выпускаемой продукции, т/год;  $l$  – количество портов перевалки продукции с железнодорожного транспорта на морской;  $n$  – количество портов назначения продукции;  $Q_r^{\max}$  – максимально возможный объем перегружаемой продукции в  $r$ -м порту, ограниченный резервами канала доставки, т/год;  $Q_r^{\min}$  – минимальный объем грузопотока в направлении  $r$ -го порта, обеспе-

чивающий конкурентоспособность этого канала доставки в логистической системе, т/год;  $N_r$  – количество вагонов, эксплуатируемых на  $r$ -м направлении, вагон;  $P_{\text{ст}}$  – статическая нагрузка вагона, т/вагон;  $T_{\text{пост}}$  – время на ремонт, техническое обслуживание и другие постоянные операции, в течение которых вагон не эксплуатируется, сут;  $\Theta_r$  – время оборота вагона на  $i$ -м направлении, сут.

**Издержки, связанные с функционированием цепочки доставки.** Эти издержки укрупненно можно представить в виде суммы издержек, связанных с доставкой груза железнодорожным транспортом до порта отправления, перевалкой в порту и доставкой груза морским транспортом в регион потребления.

*Издержки, связанные с железнодорожной перевозкой.* Ставка тарифа на железнодорожную перевозку зависит от загрузки вагона, расстояния перевозки, объема предъявляемого к перевозке груза, уровня конкуренции между железными дорогами и других факторов.

Зависимость тарифной ставки от загрузки вагона и расстояния перевозки определяется на основании данных тарифной политики железных дорог государств-участников Содружества Независимых Государств на перевозки грузов в международном сообщении (рисунок 2).

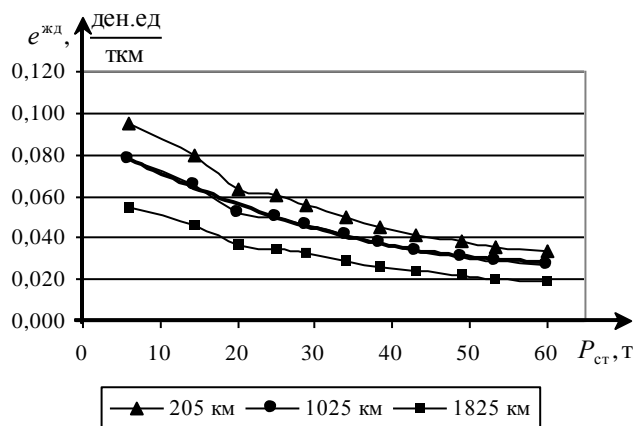


Рисунок 2 – График зависимости тарифной ставки от загрузки вагона для разных расстояний перевозки

Издержки, связанные с перевозкой 1 т груза железнодорожным транспортом до  $r$ -го порта перевалки кроме железнодорожных тарифов должны учитывать наличие дополнительных услуг, выполняемых на станциях отправления, назначения и в пути следования, стоимость которых не включается в тариф. К таким услугам относятся: подача-уборка вагонов на подъездной путь, пользование вагонами, транспортно-экспедиционные услуги, перевалка груза при перевоз-

ке по железным дорогам с разной шириной колеи и др. Кроме плат за дополнительные услуги, железные дороги предоставляют скидки с тарифа за маршрутизацию вагонопотока, перевозку груза в вагонах грузоотправителей, грузополучателей и др. Закономерности изменения тарифов за перевозку и плат за дополнительно оказываемые услуги учитываются коэффициентами, характеризующими увеличение или уменьшение транспортных затрат.

В развернутом виде издержки, связанные с оплатой железнодорожных тарифов (ден. ед./т) при доставке калийных удобрений в  $r$ -й порт отправления,

$$\sum_{k=1}^s I_k^{\text{жд}} = \sum_{k=1}^s \alpha_k \beta_k^{\text{м}} \beta_k^{\text{об}} \beta_k^{\text{кр}} \beta_k^{\text{собр}} l_k e_k^{\text{жд}} (P_{\text{ст}}), \quad (6)$$

где  $k$  – количество железных дорог, участвующих в перевозке груза в порт перевалки, причем  $k = 1$  соответствует дороге отправления,  $k = s$  соответствует дороге назначения,  $k = 2 \dots (s - 1)$  – транзитным железным дорогам;  $\alpha_k$  – повышающий коэффициент, учитывающий платы за дополнительно оказываемые услуги на  $k$ -й железной дороге;  $\beta_k^{\text{м}}, \beta_k^{\text{об}}, \beta_k^{\text{кр}}, \beta_k^{\text{собр}}$  – понижающие коэффициенты, соответствующие скидкам с тарифов на  $k$ -й железной дороге, учитывающие маршрутизацию вагонопотоков, объемы предъявляемого к перевозке груза, уровень конкуренции между железными дорогами, перевозку с использованием собственного подвижного состава;  $e_k^{\text{жд}}$  – тарифная ставка за перевозку грузов по  $k$ -й железной дороге, зависящая от загрузки вагона, ден. ед./ткм.

Издержки в порту отправления связаны с необходимостью накопления и хранения запасов, выполнения перевалочных работ, простоем судов и обеспечением наличия вагонного парка для завоза груза в порт.

На рисунке 3 приведена модель изменения запаса продукции в порту отправления.

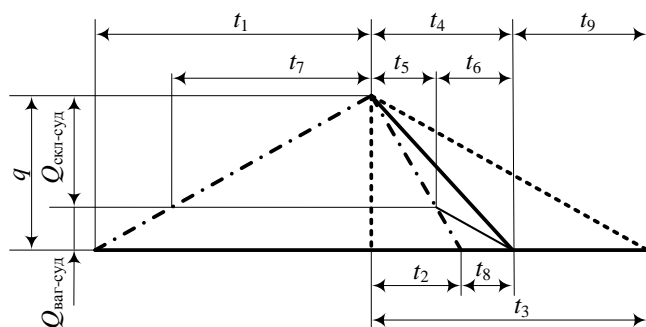


Рисунок 3 – Модель изменения запаса продукции в порту отправления

В приведенной модели можно выделить два «крайних» варианта: первый, обозначенный штрих-пунктирной линией, подразумевает накопление на складе партии груза, соответствующей судовой отправке  $q$  в течение времени  $t_1$  с интенсивностью  $\lambda^{\text{ваг-скл}}$ . Погрузка на судно производится в течение времени  $t_2$  с интенсивностью  $\lambda^{\text{скл-суд}}$ .

Второй вариант, обозначенный пунктирной линией, подразумевает отсутствие склада для накопления груза в порту, поэтому в момент поступления судна начинается его погрузка с интенсивностью  $\lambda^{\text{ваг-суд}}$ , которая продолжается в течение времени  $t_3$ .

Как показали исследования [3], в большинстве случаев, интенсивность погрузки груза по варианту «вагон – судно» определяется не мощностью пунктов выгрузки вагонов, а резервами пропускной и перерабатывающей способности станции примыкания, подъездного пути, железнодорожной инфраструктуры самого порта и перегрузочного терминала, организацией работы на рассматриваемом направлении, количеством задействованных на направлении вагонов, поэтому можно принимать, что интенсивность перевалки по варианту «вагон – склад» равна интенсивности перевалки по варианту «вагон – судно»  $\lambda^{\text{ваг-скл}} = \lambda^{\text{ваг-суд}}$ .

Необходимо учитывать, что в каждом порту существуют нормы погрузки ( $H$ ), зависящие от перерабатывающей способности причального фронта. На специализированных терминалах по перевалке калийных удобрений в портах Клайпеда, Вентспилс, Николаев [4] нормы погрузки связаны с интенсивностью следующим соотношением:

$$\lambda^{\text{ваг-суд}} < H < \lambda^{\text{скл-суд}}. \quad (7)$$

На рисунке 3 сплошной линией обозначена погрузка судна в течение времени  $t_4$  с интенсивностью, соответствующей установленной норме для рассматриваемого грузопотока и типа судна  $\lambda = H$ . При такой обработке судна возможны следующие комбинации погрузки: по варианту «склад – судно» осуществляется погрузка груза в объеме  $Q_{\text{скл-суд}}$  в течение времени  $t_5$  с интенсивностью  $\lambda^{\text{скл-суд}}$ ; по варианту «вагон – судно» – в объеме  $Q_{\text{ваг-суд}}$  в течение времени  $t_6$  с интенсивностью  $\lambda^{\text{ваг-суд}}$ . Продолжительность накопления груза на складе по сравнению с первым вариантом сокращается со значения  $t_1$  до значения  $t_7$ . При досрочной погрузке судна судовладелец выплачивает премию – диспач за сэкономленное время  $t_8$ . В обратном случае он взыскивает штраф – демаредж за

время задержки погрузки  $t_9$  сверх нормативного времени.

*Издержки, связанные с хранением груза на складе, ден.ед./т,*

$$I_{\text{хр}}^{\text{нак}} = t_{\text{хр}}^{\text{нак}} e_{\text{хр}} = t_7 e_{\text{хр}} = \frac{(1-\alpha)q}{\lambda_{\text{ваг-скл}}} e_{\text{хр}}, \quad (8)$$

$$I_{\text{хр}}^{\text{погр}} = t_{\text{хр}}^{\text{погр}} e_{\text{хр}} = t_5 e_{\text{хр}} = \frac{(1-\alpha)q}{\lambda_{\text{скл-суд}}} e_{\text{хр}}, \quad (9)$$

где  $I_{\text{хр}}^{\text{нак}}$ ,  $I_{\text{хр}}^{\text{погр}}$  – издержки, связанные с хранением груза на складе соответственно при накоплении груза на складе и в процессе погрузки на судно, ден.ед./т;  $t_{\text{хр}}^{\text{нак}}$ ,  $t_{\text{хр}}^{\text{погр}}$  – продолжительность хранения груза на складе соответственно в процессе накопления и погрузки, сут.;  $\alpha$  – доля перевалки груза по варианту «вагон – судно»;  $q$  – грузо-подъемность судна, т;  $e_{\text{хр}}$  – стоимость хранения груза на складе, ден.ед./т · сут.

Интенсивность перевалки в порту по варианту «вагон–склад» определяется исходя из двух условий:

1) по условию пропускной способности железнодорожного фронта в порту –

$$\lambda_{\text{фр}}^{\text{ваг-скл}} = 24 \frac{k_{\text{лок}}(1-k_{\text{вр}})}{\left( k_{\text{нер}} \frac{m_{\text{п-у}} P_{\text{ст}}}{\Sigma P} + t_{\text{м}} \right)} m_{\text{п-у}} P_{\text{ст}} k_{\text{мет}}; \quad (10)$$

2) по условию срока оборота вагонов и наличного вагонного парка –

$$\lambda_{\text{ваг}}^{\text{ваг-скл}} = \frac{N_i P_{\text{ст}}}{\Theta_i}, \quad (11)$$

где  $k_{\text{лок}}$  – коэффициент, учитывающий свободу локомотива от обслуживания других фронтов перевалки;  $k_{\text{вр}}$  – коэффициент враждебности, учитывающий невозможность маневровых передвижений из-за занятости других грузовых фронтов;  $k_{\text{нер}}$  – коэффициент неравномерности выгрузки вагонов, учитывающий прибытие слежавшегося груза, наличие неисправностей узлов выгрузки вагонов, отсутствие постоянных бригад и др.;  $m_{\text{п-у}}$  – число вагонов в одной подаче;  $P_{\text{ст}}$  – статическая нагрузка, т/вагон;  $\Sigma P$  – суммарная среднечасовая производительность вагоно-выгрузочного оборудования, т/ч;  $t_{\text{м}}$  – время, затрачиваемое на маневровые работы одной подачи, ч;  $k_{\text{мет}}$  – коэффициент, учитывающий перерывы, по метеословиям;  $N_i$  – количество вагонов, курсирующих на направлении, вагон;  $\Theta_i$  – оборот вагона на направлении, сут.

Для дальнейших расчетов из двух значений  $\lambda_{\text{фр}}^{\text{ваг-скл}}$  и  $\lambda_{\text{ваг}}^{\text{ваг-скл}}$  выбирается меньшее.

*Издержки, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ, ден.ед./т,*

$$I_{\text{прр}} = (2-\alpha)e_{\text{прр}}, \quad (12)$$

где  $e_{\text{прр}}$  – стоимость выполнения погрузочно-разгрузочных работ, ден.ед./т.

*Издержки, связанные с простоем судна (демерредж), ден.ед./т,*

$$I_{\text{дмп}} = t_{\text{дмп}} \frac{e_{\text{дмп}}}{q} = (t_5 + t_6 - t_4) \frac{e_{\text{дмп}}}{q} = \left( \frac{(1-\alpha)}{\lambda_{\text{скл-суд}}} + \frac{\alpha}{\lambda_{\text{ваг-скл}}} - \frac{1}{\beta \lambda_{\text{скл-суд}}} \right) e_{\text{дмп}} \text{ при } t_{\text{дмп}} > 0, \quad (13)$$

где  $t_{\text{дмп}}$  – продолжительность сверхнормативного простоя судна, сут;  $e_{\text{дмп}}$  – ставка штрафа (демерреджа) за сверхнормативный простой судна под погрузкой, ден.ед./сут;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий отношение нормы погрузки к интенсивности перевалки по варианту «склад – судно»,  $\beta = H / \lambda_{\text{скл-суд}}$ .

*Компенсация, связанная с досрочной погрузкой судна (диспач), ден.ед./т,*

$$I_{\text{дспч}} = t_{\text{дспч}} \frac{e_{\text{дспч}}}{q} = (t_4 - t_5 - t_6) \frac{e_{\text{дспч}}}{q} = \left( \frac{1}{\beta \lambda_{\text{скл-суд}}} - \frac{(1-\alpha)}{\lambda_{\text{скл-суд}}} - \frac{\alpha}{\lambda_{\text{ваг-скл}}} \right) e_{\text{дспч}} \text{ при } t_{\text{дспч}} > 0, \quad (14)$$

где  $t_{\text{дспч}}$  – продолжительность сэкономленного времени при погрузке судна, сут;  $e_{\text{дспч}}$  – ставка премии (диспача) за сэкономленное время простоя под погрузкой, ден.ед./сут.

*Издержки, связанные с обеспечением наличия вагонного парка для доставки груза в порт перевалки, ден.ед./т,*

$$I_{\text{ваг}} = \frac{t_{\text{ваг}} N}{q} e_{\text{ваг}}, \quad (15)$$

где  $e_{\text{ваг}}$  – ставка платы за использование вагона, ден.ед. / ваг.-сут;  $t_{\text{ваг}}$  – продолжительность пользования вагонным парком, состоящая из продолжительностей накопления груза на складе до подхода судна, перевалки по вариантам «склад – судно» и «вагон – судно», сут,

$$t_{\text{ваг}} = \frac{(1-\alpha)q}{\lambda_{\text{ваг-скл}}} + \frac{(1-\alpha)q}{\lambda_{\text{скл-суд}}} + \frac{\alpha q}{\lambda_{\text{ваг-суд}}}. \quad (16)$$

Суммарные издержки, приходящиеся на перевалку 1 тонны груза в порту,

$$I_{\text{порт}} = I_{\text{хр}}^{\text{нак}} + I_{\text{хр}}^{\text{погр}} + I_{\text{прр}} + I_{\text{дмр}} - I_{\text{дисп}} + I_{\text{ваг}}. \quad (17)$$

Издержки на доставку морским транспортом связаны с необходимостью фрахтования судов для доставки грузов. Мировой фрахтовый рынок представляет собой своего рода закрытую экономическую систему. Ее обособленность, ограниченность создается отсутствием взаимозаменяемости, специфичностью услуг морского флота. В пределах этой системы в каждый данный момент количественно определенному спросу противостоит количественно определенное предложение, то или иное соотношение которых формирует определенный уровень цен морской перевозки. Ставка фрахта на морскую перевозку зависит от множества факторов, таких как конъюнктура рынка морского тоннажа в целом и на отдельных его сегментах, уровень ставок на отдельных направлениях и др.

Значительное влияние на уровень фрахтовых ставок оказывает грузоподъемность судна. Общей тенденцией является снижение ставки при повышении грузоподъемности судна.

Не все порты по своим техническим характеристикам в состоянии принимать и обрабатывать суда большой грузоподъемности, поэтому ставка фрахта косвенно зависит от маршрута перевозки, т. е. от характеристик морских портов отправления и назначения. В целом затраты на доставку 1 т груза морским транспортом

$$I_{rj}^{\text{мор}} = \frac{e^{\text{фр}g} T_{rj}}{q_{rj}^g} = \frac{e^{\text{фр}g} L_{rj}}{q_{rj}^g v_{\text{дост}}}, \quad (18)$$

где  $e^{\text{фр}g}$  – ставка фрахта судна  $g$ -го типа за морскую перевозку, \$/сут;  $T_{rj}$  – продолжительность рейса из  $r$ -го порта погрузки в  $j$ -й регион потребления, сут.;  $q_{rj}^g$  – грузоподъемность судна  $r$ -го типа для доставки груза из  $r$ -того порта погрузки в  $j$ -й регион потребления, тонн;  $L_{rj}$  – расстояние морской перевозки из  $r$ -го порта погрузки в  $j$ -й регион потребления, км;  $v_{\text{дост}}$  – скорость доставки груза морским транспортом, км/сут.

Получено 26.08.2010

### **M. M. Kolos. Expenses in the logistic system of mineral fertilizers delivery.**

Belarus is one of the largest manufacturers of mineral fertilizers. Geographical remoteness of commodity markets and absence of its own exit to sea require transshipment of production in foreign seaports. In these conditions the problem of a transport component decreasing in the final price of production for commodity markets is rather significant. In this article logistic principles on which the delivery system is formed are considered. Optimization approaches of mineral fertilizers delivery system were considered too. Total costs depend on characteristics and parameters of separate elements: number of cars and time of their turnover; the size of a warehouse and productivity of the transshipment equipment in port; vessel deadweight, etc., that allows to optimize delivery system, distributing a traffic between different channels of delivery.

**Выводы.** Формирование системы доставки минеральных удобрений с применением принципов логистики является одним из направлений, обеспечивающих снижение доли транспортной составляющей в цене продукции, а следовательно, и повышения уровня конкурентоспособности этой продукции на мировом рынке.

Главная цель оптимизации системы доставки заключается в минимизации суммарных издержек на всей цепочке доставки, которые, в свою очередь, зависят от характеристик и параметров отдельных элементов, входящих в цепочку. Этими параметрами являются: количество вагонов, эксплуатируемых на направлении; статическая нагрузка вагона; время оборота вагона на направлении; расстояние перевозки по железной дороге; размер склада в порту и доля перевалки груза по варианту «вагон – судно»; грузоподъемность судна; производительность вагону-выгрузочного и судно-погрузочного оборудования в порту; расстояние морской перевозки и др. Распределение грузопотока между каналами (цепочками) доставки с учетом ограничений позволяет включить в цепочку доставки только те элементы, которые минимизируют суммарные издержки.

### **Список литературы**

- 1 Колос, М. М. Оценка эффективности транспортно-технологических систем при экспорте продукции производственного объединения «Беларуськалий» / М. М. Колос // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2005. – № 1(10). – С. 65–69.
- 2 Колос, М. М. Формирование логистической системы доставки минеральных удобрений / М. М. Колос // Вестник транспорта. Научно-практический журнал. – 2007. – № 8. – С. 26–30.
- 3 Совершенствование транспортно-технологических систем доставки продукции РУП «ПО «Беларуськалий» с участием железнодорожного транспорта : отчет о НИР 3397 / Белорус. гос. ун-т трансп.; рук. Еловой И. А.; исполн.: Колос М. М. [и др.]. – Гомель, 2005. – 200 с.
- 4 Колос, М. М. Определение структуры и размеров парка грузовых вагонов для перевозки продукции РУП «ПО «Беларуськалий» / М. М. Колос // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 21. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2008. – С. 242–248.