

УДК 656.225

М. М. Колос

## ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В СМЕШАННОМ СООБЩЕНИИ

В статье с позиций логистики анализируется, на каких принципах должна быть построена система доставки продукции, что может являться критерием ее эффективности. Определены и классифицированы затраты, связанные с функционированием логистической системы доставки продукции. Приведены результаты расчетов количества портов перевалки из условий минимизации продолжительности обслуживания и обеспечения устойчивости системы. Вопросы формирования логистической системы доставки, рассмотренные на примере калийных удобрений, являются во многом общими для всех белорусских экспортеров.

### *Введение*

Вопросы выбора вида транспорта или их сочетаний для перевозки грузов, определения маршрута перевозки, формирования систем доставки всегда занимали особое внимание. Особенно актуальными эти вопросы стали в настоящее время для субъектов хозяйствования Республики Беларусь, вовлеченных во внешнеэкономическую деятельность.

Переход экономики к рыночным отношениям сопровождался рядом явлений, которые оказали влияние на условия и технологию транспортировки товаров. Обострилась конкуренция на рынке транспортных услуг, причем это касается как межвидовой, так и конкуренции в рамках отдельно взятого вида транспорта. Распад централизованной системы планирования, труднопредсказуемый рыночный спрос, заинтересованность в более коротких сроках оборачиваемости средств, а также включение в цепь товародвижения гораздо большего количества участников с собственными экономическими интересами обусловили изменение характера формирования грузопотоков, а также структуры отправок грузов. Расширение торговых отношений привело к изменению объектов транспортного обслуживания. Одновременно возросла дальность и расширилась география перевозок.

В первую очередь, вопросы формирования систем доставки должны быть решены для крупных системообразующих предприятий и мощных товаропотоков. Минеральные удобрения наряду с нефтепродуктами, черными металлами и продукцией машиностроения составляют основу промышленного экспорта Республики Беларусь.

ральные удобрения наряду с нефтепродуктами, черными металлами и продукцией машиностроения составляют основу промышленного экспорта Республики Беларусь.

### *Цель и принципы формирования системы доставки калийных удобрений*

Основные поставки белорусского калия осуществляются в страны Юго-Восточной Азии (Китай, Индия, Малайзия) и Латинскую Америку (Бразилия). Всего хлористый калий поставляется более чем в 60 стран мира. Географическая отдаленность регионов потребления обуславливает необходимость доставки калийных удобрений морским транспортом. В отличие от предприятий Российской Федерации, для Республики Беларусь как для государства, не имеющего собственного выхода к морю, это означает использование иностранных портов для перевалки продукции и перевозку груза в порты по территории иностранных железных дорог. Эти обстоятельства ставят перед отечественными предприятиями-экспортерами ряд практических задач по формированию системы доставки, которые в настоящее время являются неформализованными:

- выбор портов (терминалов) для перевалки продукции, их расположение и количество;
- определение размеров грузопотоков

тока в направлении каждого порта;

- оценка влияния технической оснащенности элементов транспортного направления на его конкурентоспособность;
- совершенствование оперативного взаимодействия с участниками процесса доставки и др.

Основным направлением повышения эффективности системы доставки с логистических позиций считается минимизация расходов не на каждом из промежуточных звеньев от его производства до доставки потребителю, а сокращение затрат в целом. Сокращение расходов при этом достигается только при синхронизации работы всех звеньев цепочки, за счет чего минимизируются запасы на каждом звене, а в конечном итоге достигается выход продукции на более высокий уровень ценовой конкурентоспособности.

Под логистической системой доставки продукции РУП «ПО «Беларуськалий» понимается система, состоящая из  $n$ -товаропроводящих каналов. В свою очередь, каждый из товаропроводящих каналов состоит из звеньев (элементов), обеспечивающих прохождение материального, информационного, финансового потоков. Такими звеньями являются железнодорожные технические станции, пограничные передаточные станции, перегоны, порты перевалки, стивидоры, транспортно-экспедиционные компании, органы таможенного и государственного контроля, банки и др. Логистический эффект достигается за счет перехода системы на новый конкурентоспособный уровень, не свойственный отдельным каналам, что отражается критерием эффективности логистической системы [1].

Отсутствие собственного выхода к морю, а следовательно, и отсутствие жесткой привязки к какому-либо из портов перевалки минеральных удобрений становится уже не недостатком, а преимуществом, позволяющим сформировать логистическую систему – систему доставки калийных удобрений в ряд портов перевалки, расположенных в разных морских бассейнах и разных государствах. Под-

держание высокой конкуренции между портами (каналами логистической системы) позволяет играть на снижении затрат за счет благоприятной конъюнктурной ситуации. Выбор количества портов перевалки и методология формирования потоков в направлении этих портов непосредственным образом влияют на устойчивость логистической системы к воздействию негативных факторов техногенного, природного или социального характера.

### **Критерий эффективности системы доставки**

Создание эффективных систем доставки калийных удобрений направлено на увеличение маржи дополнительной прибыли, которая формируется за счет применения прогрессивных систем доставки и продаж. Маржа дополнительной прибыли, размер которой является критерием эффективности системы доставки, в общем виде определяется по формуле

$$M = D - C - L, \quad (1)$$

где  $D$  – цена единицы продукции, реализуемой на соответствующих базисных условиях поставки, р./т;  $C$  – издержки производства по добыче, переработке и изготовлению товарной продукции, р./т;  $L$  – затраты на функционирование логистической системы доставки продукции, р./т.

Цена единицы продукции  $D$  на рынке калийных удобрений в большей степени зависит от сложившейся конъюнктурной ситуации и в меньшей степени – от фактических затрат производителя. Издержки производства  $C$  по добыче, переработке и изготовлению товарной продукции различных марок отличаются, но это находит свое отражение в рыночной стоимости. Затраты на функционирование системы доставки  $L$  необходимо рассматривать как логистические затраты, связанные с товародвижением от момента производства

товарной продукции до момента их продажи [2].

Затраты на функционирование системы доставки делятся на прямые – это тарифы и платежи, возмещающие издержки участников доставки на всех ее этапах  $P$ , и косвенные затраты, относящиеся к качеству и надежности функционирования логистической системы  $K$ .

Такая продукция, как минеральные удобрения, весьма критична к количеству перегрузок в пути следования. Гранулированные удобрения при большом числе перегрузок дробятся, меняется гранулометрический состав, снижается качество – поэтому должно учитываться снижение стоимости продукции  $\Delta D$  в зависимости от числа перегрузок на маршруте доставки.

Налоговые поступления  $T$  позволяют учесть интересы Республики Беларусь от вовлечения отечественных субъектов хозяйствования в функционирование системы доставки:

$$L = \sum_{i=1}^n P_i + K + \Delta D - T; \quad (2)$$

$$P = E^{\text{фр}} + \sum_{j=1}^x E_j^{\text{жд}} + \sum_{m=1}^y E_m^{\text{пер}} + E^{\text{док}} + E^{\text{адм}} + \sum_{k=1}^z E_k^{\text{ст}} + E^{\text{порт}}; \quad (3)$$

$$K = E^{\text{пр}} + E^{\text{суд}} + E^{\text{ваг}} + E^{\text{скл}} + E^{\text{об}}; \quad (4)$$

$$T = \sum_{r=1}^v E_r^{\text{нал}}; \quad (5)$$

где  $P_i$  – затраты, характеризующие уровень тарифов и платежей, связанных с перевозкой по  $i$ -му каналу доставки, р./т;  $K$  – затраты, характеризующие качество и надежность функционирования системы доставки, р./т;  $\Delta D$  – снижение стоимости продукции за счет ухудшения ее качества за время доставки покупателю, р./т;  $T$  – налоговые поступления в бюджет Республики Беларусь, р./т;  $E^{\text{фр}}$  – затраты, связанные с доставкой груза морским транспортом в части фрахтования морского

судна, р./т;  $E_j^{\text{жд}}$  – затраты на доставку груза по  $j$ -й железной дороге, р./т;  $E_m^{\text{пер}}$  – затраты на перевалку груза в  $m$ -м пункте перевалки (на железнодорожной станции при перевозке по железным дорогам с разной шириной колеи, в порту отправления при перевалке с железнодорожного на морской транспорт), р./т;  $E^{\text{док}}$  – затраты на оформление перевозочных и товаросопроводительных документов, р./т;  $E^{\text{адм}}$  – затраты на администрирование канала доставки (обеспечение транспортно-экспедиционного обслуживания, мониторинг, контроль за выполнением договорных обязательств и др.), р./т;  $E_k^{\text{ст}}$  – дополнительные сборы на  $k$ -й железнодорожной станции (например, на станции отправления, перегрузки или назначения), не включенные в оплату железнодорожной перевозки, р./т;  $E^{\text{порт}}$  – дополнительные портовые сборы, р./т;  $E^{\text{пр}}$  – затраты, связанные с простоем основного производства из-за отказа в системе доставки, р./т;  $E^{\text{суд}}$  – затраты, связанные со штрафными санкциями за сверхнормативный простой судна под погрузкой (демерредж), р./т;  $E^{\text{ваг}}$  – затраты на привлечение дополнительного парка железнодорожных вагонов для компенсации отказа в системе доставки, р./т;  $E^{\text{скл}}$  – затраты на привлечение дополнительных складских площадей для компенсации отказа в системе доставки, р./т;  $E^{\text{об}}$  – затраты, связанные с омертвлением части оборотных средств, находящихся на транспорте, р./т;  $E_r^{\text{нал}}$  – налоговые платежи в бюджет Республики Беларусь, выплачиваемые  $r$ -м предприятием, вовлеченным в функционирование системы доставки, р./т.

Важнейшей особенностью формируемой логистической системы доставки является конкуренция между каналами системы за объемы перевозимого

и переваливаемого груза. Железные дороги и порты перевалки могут предоставить так называемые «объемные скидки» [3], размер которых зависит от доли затрат, зависящих от объемов перевозки

$$R = \frac{(1 - \gamma_3)}{1 + \frac{1}{\Delta Q}} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $R$  – размер скидки с тарифа, %;  $\gamma_3$  – доля затрат, зависящих от объемов перевозок;  $\Delta Q$  – доля прироста объема перевозок.

График зависимости размеров скидки от увеличения объемов перевозок приведен на рис. 1.

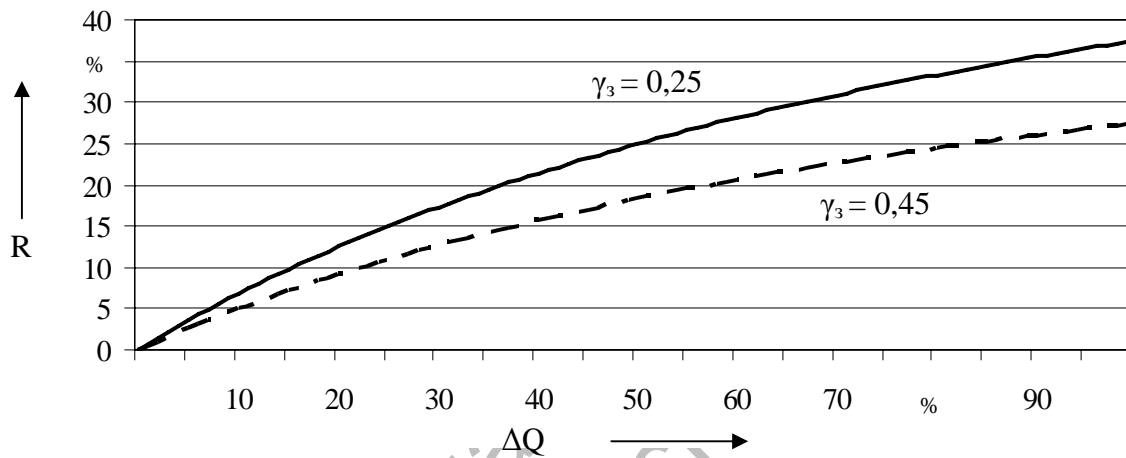


Рис. 1. График зависимости размера скидки с тарифа от увеличения объема перевозки/перевалки для разных значений  $\gamma_3$

Размеры грузопотока в направлении каждого из портов перевалки являются не только результатом решения транспортной задачи, но мощным инструментом формирования самой системы и ее параметров в целом [4]:

$$E_j^{\text{жд}} = f(Q_i); E_i^{\text{пер}} = f(Q_i), \quad (7)$$

где  $Q_i$  – размер грузопотока в направлении  $i$ -го порта перевалки, т/г.

Еще одной особенностью системы доставки является зависимость удельных расходов морской перевозки от грузоподъемности судна. Для снижения этих расходов необходимо загружать суда максимальной вместимости. Таким образом, формируются приоритеты в отношении более глубоководных портов.

Система ограничений, налагаемых на целевую функцию, учитывает максимальные значения перерабатывающей способности портовых комплексов, пропускной способности припортовой железнодорожной станции, соединительных путей данной станции и портовых причалов и т. п. Кроме этого, объемы продукции, направляемые в  $i$ -й порт, ограничены количеством имеющихся вагонов с учетом статической нагрузки вагона и времени оборота вагона на  $i$ -м направлении.

#### **Определение количества каналов в системе доставки**

Определение количества каналов системы доставки является одной из

ключевых задач при формировании всей системы. Выбор количества портов перевалки непосредственным образом влияет на устойчивость логистической системы к воздействию негативных факторов техногенного, природного или социального характера.

Формируемая система в терминах теории массового обслуживания является  $n$ -канальной многофазной системой с неограниченной очередью. В качестве заявок выступает готовая продукция, которая должна быть доставлена в порт перевалки и загружена на судно.

Уровень конкуренции между каналами системы доставки и режим функционирования с заданным уровнем надежности определяют **нижний предел** рассматриваемого количества каналов и портов перевалки. При функционировании одноканальной системы доставки для условий работы РУП «ПО «Беларуськалий» сбой в обслуживании более чем на 8 суток приведет к невозможности отгрузки продукции и остановке основного производства. Увеличение количества каналов должно снижать влияние негативных факторов и обеспечивать стабильность работы всей системы. Негативные факторы, влияющие на работу системы доставки, можно разделить на три категории:

- факторы, ведущие к повышению уровня загрузки канала доставки, что приводит к увеличению продолжительности обслуживания в данном канале;

- факторы, обуславливающие отказ в обслуживании (канал перестает функционировать, например, в результате форс-мажорных обстоятельств);

- факторы, обуславливающие повышение уровня тарифов в  $i$ -м канале на железнодорожную перевозку, перевалку, портовые или станционные сборы.

Теоретически большее количество каналов доставки должно обеспечивать более высокий уровень конкуренции, повышать надежность всей логистической системы в целом и способствовать снижению логистических затрат. На практике необходимо учитывать мощность каналов достав-

ки, которые обычно соотносят с мощностью перевалочных терминалов и уровень их наполняемости рассматриваемым грузом. Необходимо принимать во внимание тот факт, что чем меньше каналов и больше их наполненность рассматриваемым грузом, тем меньше время ожидания из-за более высокого приоритета в обслуживании. Это объясняется повышенным вниманием со стороны стивидорных, транспортных, экспедиторских предприятий, администраций портов и даже государственных органов к грузопотоку, формирующему канал доставки.

Повышение эффективности системы путем увеличения числа каналов доставки влечет за собой распыление грузопотока. В свою очередь, это ведет к уменьшению приоритета и более продолжительному обслуживанию такого потока. **Верхний предел** количества портов перевалки ограничен по соображениям технической оснащенности и надежности функционирования. Размеры грузопотоков должны обеспечивать высокий уровень конкуренции между каналами системы доставки, постоянный рост и развитие технического оснащения каждого из выбранных направлений.

Для определения необходимого числа каналов важно рассмотреть фазы железнодорожной перевозки и перевалки в порту. Железнодорожная перевозка характеризуется необходимостью наличия специализированных вагонов, количество которых определяется по формуле

$$N_i = \frac{Q_i \Theta_i}{(365 - T_{\text{рем}}) P_{\text{ст}}^i}, \quad (8)$$

где  $Q_i$  – объем продукции, перегружаемый в  $i$ -м порту, т/г.;  $\Theta_i$  – оборот вагона в направлении  $i$ -го порта, сут;  $T_{\text{рем}}$  – продолжительность нахождения вагона в ремонте, сут;  $P_{\text{ст}}^i$  – статическая нагрузка вагона на направлении  $i$ -го порта, т/вагон.

Наличный парк вагонов-минераловозов является фактором, определяющим интенсивность обслуживания заяв-

ки в фазе железнодорожной перевозки  $\mu_i^{\text{жд}}$ :

$$\mu_i^{\text{жд}} = \frac{N_i}{\Theta_i m_i}, \quad (9)$$

где  $m_i$  – количество вагонов в составе поезда в направлении  $i$ -го порта перевалки.

С учетом средневзвешенного оборота  $\Theta_{\text{ср}} = 8,38$  сут и годовой отгрузки на РУП «ПО «Беларуськалий» 6,5 млн т, необходимый вагонный парк составляет

$$N = 8,38 \cdot 6500000 / ((365 - 15) \cdot 60) = 2594 \text{ вагона.}$$

Среднее значение количества фактически используемых вагонов за исследуемый период составило 2675 вагонов. Загрузка системы  $\rho_i^{\text{жд}} = 0,93 \dots 0,96$ .

Для определения загрузки подсистем второй фазы обслуживания – перевалки в порту – рассматривались железнодорожная станция примыкания, подъездной путь перевалочного терминала, фронт выгрузки вагонов, склад, причальный фронт погрузки судна. Результаты [5]

свидетельствуют, что наиболее «узкими» местами, определяющими уровень загрузки системы, являются пути станций примыкания и подъездные пути перевалочных терминалов. Так, например коэффициент загрузки приемоотправочных путей станции Клайпеда составил 0,96, подъездного пути терминала ЗАО «CLASCO» – 0,8.

Необходимо заметить, что эти показатели не являются критерием отсутствия резерва на станциях. При более детальном рассмотрении, очевидно, что, например, на станции Клайпеда минимизируют расходы, связанные с работой маневровых и поездных локомотивов. Об этом свидетельствуют значительная продолжительность простоя в ожидании подачи вагонов в порт и в ожидании отправления поездов со станции.

Для многоканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью при значениях  $\rho = 0,85 \dots 0,95$  локальный минимум продолжительности обслуживания заявок, включая их пребывание в очереди, наблюдается при наличии в системе от одного до четырех каналов (рис. 2).

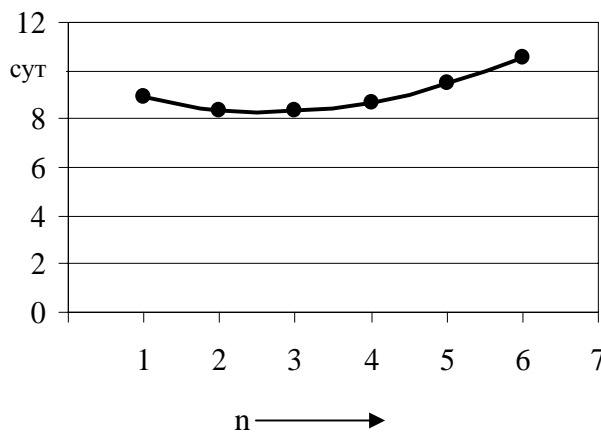


Рис. 2. График зависимости продолжительности обслуживания заявок для уровня загрузки системы  $\rho = 0,9$ :  $n$  – количество каналов

### **Выводы**

Формирование системы доставки минеральных удобрений с применением принципов логистики является эффективным методом повышения ценовой конкурентоспособности продукции на рынке. Логистический эффект при этом – это эффект синергии, достигаемый за счет рационального определения количества каналов в системе распределения грузопотока между ними. Объемы грузопотоков в каналах логистической системы представляют не только результат, но и мощнейший фактор, обуславливающий формирование параметров логистической системы в целом.

Создание эффективных систем доставки калийных удобрений направлено на увеличение маржи дополнительной прибыли, которая формируется за счет применения прогрессивных систем доставки и продаж. Затраты на функционирование системы доставки – это затраты, связанные с товародвижением от момента производства продукции до момента ее продажи.

Определение количества портов перевалки является важнейшей практической задачей в условиях отсутствия в Республике Беларусь собственного выхода к морю. Минимизация количества портов перевалки (каналов логистической системы доставки) ведет к неустойчивой работе системы под воздействием негативных факторов техногенного, природного или социального характера, максимальное увеличение количества каналов – к снижению приоритета обслуживания в каждом из каналов. В результате проведенных исследований установлено, что для ком-

пенсации возможных рисков и минимизации продолжительности обслуживания рекомендуется распределять грузопоток между двумя–четырьмя портами перевалки, расположенными в различных морских бассейнах и/или на территории разных государств.

Рассмотренные вопросы характерны не только для систем доставки производителей и экспортеров минеральных удобрений. С похожими проблемами по выбору портов перевалки, определению их количества, размеров грузопотоков, синхронизации цепочки доставки сталкивается большинство предприятий-экспортеров массовых грузов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Колос, М. М.** Анализ систем доставки калийных удобрений ПО «Беларуськалий» с позиций логистики / М. М. Колос // *Transport*. – 2006. – Vol. XXI, № 4. – С. 286–288.
2. **Колос, М. М.** Оценка эффективности транспортно-технологических систем при экспорте продукции производственного объединения «Беларуськалий» / М. М. Колос // *Вестн. БелГУТа. Наука и транспорт*. – 2005. – № 1 (10). – С. 65–69.
3. **Еловой, И. А.** Расчет тарифных ставок за перевозку грузов: метод рекомендации / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 64 с.
4. **Колос, М. М.** Управление потоками в логистической системе доставки минеральных удобрений / М. М. Колос // *Вестн. БелГУТа. Наука и транспорт*. – 2007. – № 1–2 (14–15). – С. 74–77.
5. Совершенствование транспортно-технологических систем доставки продукции РУП «ПО «Беларуськалий» с участием железнодорожного транспорта : отчет о НИР / Белорус. гос. ун-т транспорта ; рук. И. А. Еловой ; исполн. : М. М. Колос [и др.]. – Гомель, 2005. – 200 с. – № ГР 3397.

Белорусский государственный университет транспорта  
Материал поступил 05.03.2008

**М. М. Kolos**  
**Potash fertilizers delivery system**  
**formation in a multimodal transportation**

The author is analyzing, from logistic considerations, on what principles a delivery system should be designed to become the criterion of its efficiency. The costs involved in the logistic delivery system are evaluated and classified. The results of calculations of transshipment ports number at minimum service and maintaining a stable system are given. The questions of designing a logistic delivery system shown by the example of potash fertilizers delivery system are, in many respects, common to all Belarusian exporters.