

УДК 656.073.29

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

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Калийные удобрения составляют основу экспорта Республики Беларусь, а ОАО «Беларуськалий» является одним из крупнейших мировых производителей удобрений. Географическая отдаленность рынков сбыта обуславливает существенную долю транспортной составляющей в конечной цене продукции и необходимость поиска вариантов совершенствования системы доставки. В статье проанализированы наиболее перспективные направления оптимизации: формирование собственного вагонного парка, определение параметров взаимодействия видов транспорта в порту перевалки, определение количества портов перевалки и распределение грузопотока между ними.

Открытое акционерное общество «Беларуськалий» (ОАО «Беларуськалий») является одним из крупнейших мировых производителей калийных удобрений. Поставка продукции основным потребителям в страны Латинской Америки, Азии и Юго-Восточной Азии осуществляется на условиях CFR, что подразумевает необходимость доставки груза по железной дороге в морской порт, его перевалку и доставку морем. В этих условиях задача снижения доли транспортной составляющей в конечной цене продукции на рынках сбыта является весьма важной.

Наиболее перспективные направления по оптимизации системы доставки калийных удобрений ОАО «Беларуськалий»:

- обоснование целесообразности наличия собственного парка вагонов как меры, направленной на снижение провозных платежей по железным дорогам и предотвращение плат и неустоек за простой вагонов железных дорог;
- определение оптимальных параметров взаимодействия видов транспорта в порту перевалки, учитывая, что в порту происходит наиболее сложная и затрагивающая интересы максимального количества участников синхронизация взаимодействия между отдельными элементами схемы доставки;
- определение количества портов перевалки и распределение грузопотока между ними, позволяющее поддерживать высокую конкуренцию между каналами системы доставки и снижать издержки.

**Формирование собственного вагонного парка.** Вопрос о целесообразности формирования собственного вагонного парка является важным для многих крупных промышленных предприятий. Практика свидетельствует, что формирование собственного вагонного парка снижает транспортную зависимость от перевозчика, при этом обеспечивается надежность поставок сырья на собственное производство и/или вывоза готовой продукции.

Особенная актуальность формирования собственного вагонного парка возникает в условиях структурной реформы, начатой на Российских железных дорогах в 2001 г. и продолжающейся в настоящее время [1]. Результатом реформирования явилось появление

операторов железнодорожного подвижного состава (собственников вагонного парка).

Динамика роста количества вагонов операторских компаний РФ такова, что к началу 2012 года парк грузовых вагонов на 90 % представлен частным подвижным составом, всего в России работают более 1800 операторских компаний.

Вопрос о целесообразности формирования собственного вагонного парка на базе крупнейших предприятий Республики Беларусь должен рассматриваться не только как путь снижения транспортных издержек и обеспечения непрерывности основного производства, но и как мера, направленная на защиту общественных интересов при организации экспортных поставок. Зависимость от иностранных компаний-операторов при обслуживании основных экспортных потоков негативно скажется на экономических интересах Республики Беларусь.

Результаты анализа фактического использования вагонного парка при перевозке калийных удобрений приведены в работе [2]. Расчеты экономических показателей при формировании и эксплуатации парка собственных вагонов для ОАО «Беларуськалий» свидетельствуют, что значительная экономия достигается за счет разницы в тарифах на перевозку и отсутствии платежей за простой вагонов. Для разных условий эксплуатации экономический эффект может составлять от 44 до 76 USD/ваг · сут.

Результаты расчетов экономической эффективности приобретения вагонов в собственность ОАО «Беларуськалий» свидетельствуют о целесообразности этого инвестиционного проекта. Динамический период возврата инвестиций для разных условий эксплуатации составляет от 3,2 до 6,5 лет, что подтверждает высокую эффективность формирования собственного вагонного парка.

Эффективность формирования собственного парка вагонов ОАО «Беларуськалий» подтверждается и на практике. По состоянию на начало исследований в 2004 г. вагонный парк ОАО «Беларуськалий» составлял 1226 вагонов, при этом использовалось 1329 арендованных и 1852 вагона принадлежности железных дорог. На начало 2012 года вагонный парк ОАО «Бе-

ларуэскалий» составляет около 3700 вагонов, что позволяет обеспечивать 90 % общего объема погрузки.

**Определение технико-эксплуатационных параметров взаимодействия видов транспорта в порту перевалки.** Модель взаимодействия видов транспорта в порту перевалки, рассмотренная в работе [3] позволяет определить не только суммарные издержки, но построить и проанализировать схему взаимозависимости технико-эксплуатационных параметров видов транспорта и портового терминала (рисунок 1).

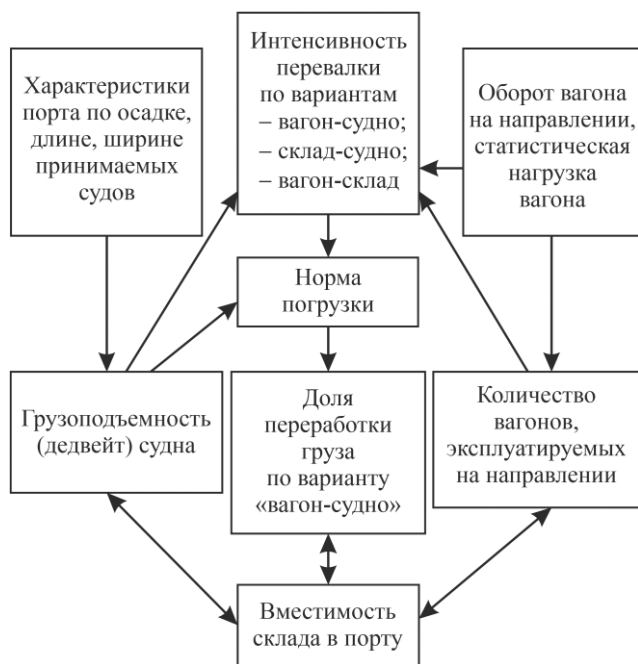


Рисунок 1 – Схема взаимозависимости технико-эксплуатационных параметров видов транспорта и портового терминала

Характеристики портов по осадке, длине и ширине принимаемых судов обуславливают максимальную грузоподъемность (дедвейт) судна. Возможность порта принимать крупные суда в свою очередь определяет требования к погрузочному оборудованию, которое обеспечивает перевалку груза на борт судна. Дедвейт и характеристики перегрузочного оборудования устанавливают норму погрузки и сталию (стальнойное время) – срок, в течение которого груз должен быть погружен на судно или выгружен из него. Невыполнение стального времени ведет к наложению штрафных санкций за простой судна (демерредж).

Обычно на практике демерредж является недопустимым; также необходимо учитывать, что часто размеры складов в портах меньше размеров судовых отправок. Это обуславливает технологию организации работ, когда за стальнойное время организуется сгущенный подвод вагонов и перевалка по варианту «вагон – судно», а в перерывах между подачами вагонов или из-за их отсутствия – перевалка по варианту «склад – судно» [4]. Принимая во внимание интенсивность перевалки груза по вариантам «вагон – судно», «склад – судно», «вагон – склад» можно определить необходимый оборот вагонов на направлении, размер склада в

порту или количество вагонов, эксплуатируемых на заданном направлении.

Например, потребное количество вагонного парка определяется необходимостью обеспечения:

- перевозки заданного объема грузов

$$N_r^{\text{объем}} \geq \frac{\sum_{j=1}^n Q_{rj}^{\text{CFR}} \Theta_r}{(365 - T_{\text{пост}}) P_{\text{ст}}};$$

- стального времени

$$N_r^{\text{время}} = \frac{(q - Q_{\text{скл}}) \Theta_r}{\left( \frac{q}{H} - \frac{Q_{\text{скл}}}{\lambda_{\text{скл-суд}}} \right) P_{\text{ст}}};$$

- основного производства

$$\sum_{r=1}^k N_r \geq \frac{Q \Theta_{\text{ср}}}{(365 - T_{\text{пост}}) P_{\text{ст}}},$$

где  $Q_{rj}^{\text{CFR}}$  – грузопоток через  $r$ -й порт перевалки продукции в  $j$ -й порт назначения, поставляемый на условиях CFR, т;  $\Theta_r$  – время оборота вагона на  $r$ -м направлении, сут;  $T_{\text{пост}}$  – время на ремонт, техническое обслуживание и другие постоянные операции, в течение которых вагон не эксплуатируется, сут;  $P_{\text{ст}}$  – статическая нагрузка вагона, т/ваг.;  $q$  – грузоподъемность (дедвейт) судна, т;  $H$  – укрупненный норматив погрузки (норма погрузки), т/сут;  $Q_{\text{скл}}$  – емкость склада в порту, т;  $\lambda_{\text{скл-суд}}$  – интенсивность перевалки по варианту «склад – судно», т/сут;  $N_r$  – количество ваг., эксплуатируемых на  $r$ -м направлении, ваг.;  $Q$  – общий объем выпускаемой продукции, т/год.

Таким образом, детальное рассмотрение организации перевалки в порту с учетом дополнительных ограничений делает возможным определение наиболее критичных параметров: дедвейта судна, необходимого количества вагонов, вместимости склада в порту. Предложенная методика позволяет синхронизировать работу видов транспорта в порту перевалки и упрощает процедуру принятия решения по направлению грузопотока в порт в оперативном режиме.

**Определение количества портов перевалки и распределения грузопотока между ними.** Оптимизация работы многоканальной системы направлена на обеспечение непрерывности основного производства, обеспечение устойчивости работы системы к неблагоприятным факторам и снижение совокупных издержек.

Оптимизируемыми параметрами являются количество каналов доставки (портов перевалки) продукции ОАО «Беларуэскалий» и распределение грузопотока между портами перевалки таким образом, чтобы суммарные затраты на доставку продукции до регионов потребления являлись минимальными.

Суммарные издержки при поставках продукции на условиях CFR, определяются по формуле

$$I_{rj}^{CFR} = \sum_{r=1}^k \sum_{z=1}^s Q_r I_{zr}^{ЖД} + \sum_{r=1}^k Q_r I_r^{ПРТ} + \sum_{r=1}^k \sum_{j=1}^n Q_{rj} I_{rj}^{МП}$$

где  $j = 1, \dots, n$  – количество портов (регионов) назначения;  $r = 1, \dots, k$  – количество портов перевалки продукции;  $Q_r$  – размер грузопотока в направлении  $r$ -го порта перевалки, т;  $I_{zr}^{ЖД}$  – издержки, связанные с перевозкой 1 т груза по  $z$ -й железной дороге в направлении  $r$ -го порта перевалки, ден. ед./т;  $I_r^{ПРТ}$  – издержки, связанные с перевалкой в  $r$ -м порту, ден. ед./т;  $I_{rj}^{МП}$  – издержки на морскую перевозку от  $r$ -го порта отправления до  $j$ -го порта назначения, ден. ед./т;  $Q_j$  – размер грузопотока в направлении  $j$ -го порта назначения, т.

Задача состоит в определении значений  $Q_r$ , которые минимизируют суммарные издержки. Это – однопродуктовая транспортная задача нелинейного программирования. Нелинейный характер объясняется тем, что  $I_{zr}^{ЖД}$ ,  $I_r^{ПРТ}$  – нелинейно зависят от  $Q_r$ , а  $I_{rj}^{МП}$  – нелинейно зависит от дедвейта судна, т. е. от характеристик портов отправления и назначения.

Влияние размеров грузопотока на уровень транспортных издержек подробно рассмотрено в работах [5, 6]. Конкуренция между каналами системы за объемы перевозимого и переваливаемого груза является важнейшей особенностью формируемой логистической системы доставки. Одним из источников снижения тарифов является «эффект масштаба», когда за счет перевозки или перевалки больших объемов грузопотока в тарифах снижается доля постоянных расходов, не зависящих от объемов перевозки и перевалки.

Исследования позволили выявить фактические размеры скидок с тарифов на железнодорожную перевозку грузов и уровнем конкуренции. Для разных железных дорог они могут достигать от 10 до 40 % по отношению к исходным ставкам тарифов, что свидетельствует о достаточно высокой степени влияния выделенных факторов (объемы грузопотоков и уровень конкуренции) на уровень издержек.

Сложность и протяженность цепочек доставки, проходящих по территории разных государств, делают их уязвимыми к воздействию негативных факторов. Определение количества каналов (портов перевалки) является одной из ключевых задач при формировании всей системы доставки. Выбор количества портов перевалки влияет на устойчивость системы доставки к воздействию негативных факторов техногенного, природного или социального характера.

Вероятность наличия отказов и их продолжительность определяют величину дополнительных издержек, связанных с хранением груза на складах, использованием большего парка вагонов и простоем судна. Структурное соотношение издержек для условий средней продолжительности отказа 40 суток и плотности отказов на уровне 1 отказа в год при использовании разных портов перевалки приведено на рисунке 2.

Результаты расчетов издержек, обусловленных отказами в системе доставки при изменении количества

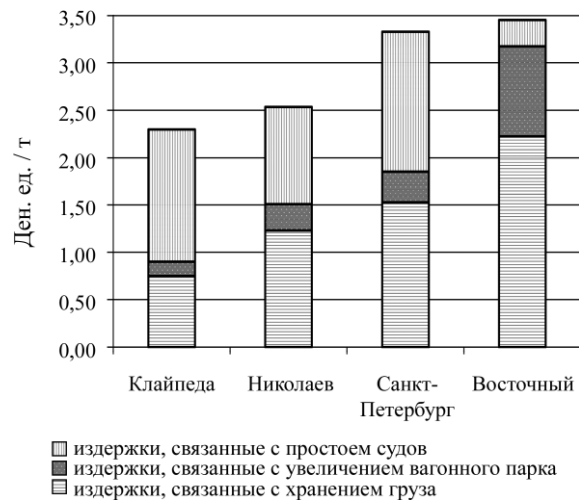


Рисунок 2 – Структура издержек, связанных с отказами, для разных портов перевалки калийных удобрений

портов перевалки (каналов системы доставки) свидетельствуют, что при увеличении количества портов перевалки с одного до двух издержки, определенные отказами, снижаются на 51 %, увеличение количества портов до трех и четырех – влекут снижение этих издержек на 71 и 81 % соответственно.

Результаты расчетов издержек по вариантам (I – перевалка в 1 порту, без учета отказов, II – перевалка в 1 порту с учетом отказов, III, IV, V – соответственно перевалка в 2, 3, 4 портах с учетом отказов и конкурентных скидок) приведены на рисунке 3.

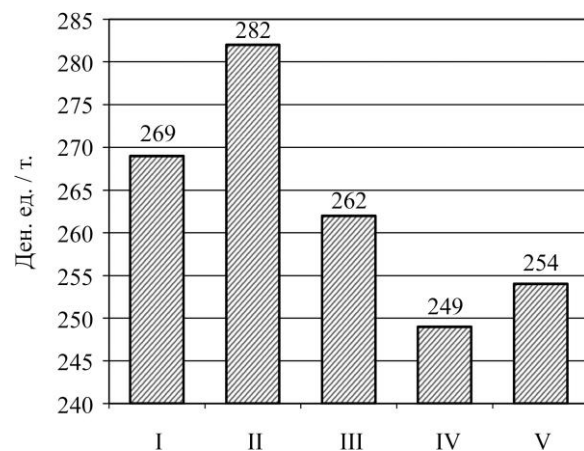


Рисунок 3 – Результаты расчета издержек на доставку калийных удобрений ОАО «Беларуськалий»

Увеличение количества портов или каналов в системе доставки калийных удобрений позволяет, с одной стороны, увеличить надежность системы доставки, с другой, за счет повышения уровня конкуренции, – добиться снижения издержек, связанных с доставкой удобрений по железной дороге и их перевалкой. Для условий ОАО «Беларуськалий», которые учитывают объемы выпускаемой продукции, ее распределение по регионам потребления, характеристики портов перевалки, оптимальным является организация системы доставки с перевалкой в 3 портах. При этом в сравнении с перевалкой в одном порту (с учетом отказов) достигается экономия издержек в размере 11,6 %.

Результаты расчетов экономической эффективности приобретения вагонов в собственность для ОАО «Беларуськалий» свидетельствуют о целесообразности этого инвестиционного проекта, наибольшая экономия достигается за счет уменьшения величины провозных плат и минимизации платы за пользование вагонами.

Предложенная методика определения наиболее критичных параметров взаимодействия видов транспорта в порту перевалки с учетом дополнительных ограничений делает возможным синхронизировать работу, упрощает процедуру принятия решения по направлению грузопотока в порт в оперативном режиме и способствует недопущению штрафных санкций.

Распределение грузопотоков калийных удобрений по портам перевалки в соответствии с разработанной методикой, учитывающей необходимость учета отказов, влияние объемов перевозимых грузов системе доставки, позволяет поддерживать высокую конкуренцию между каналами системы, повысить надежность ее функционирования и минимизировать суммарные издержки.

Получено 26.06.2012

**M. M. Kolos.** Perfection directions of potash fertilizers delivery system.

Potash fertilizers make a basis of Byelorussian export, «Belaruskali» is one of the largest world manufacturers of fertilizers, Geographical remoteness of commodity markets causes an essential share of a transport component in the final price of production and necessity of perfection variants search for delivery system. In this article most perspective directions of optimization are analyzed: formation of own carload park, definition of interaction parameters of transport types in transshipment seaport, definition of transfer ports quantity and goods traffic distribution between them.

## Список литературы

1 **Еловой, И. А.** Современные тенденции рынка железнодорожных перевозок / И. А. Еловой, М. М. Колос, В. В. Ясинский. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 210 с.

2 **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 залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2008. – С. 242–248.

3 **Колос, М. М.** Издержки в логистической системе доставки минеральных удобрений / М. М. Колос // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2010. – № 2 (21). – С. 127–132.

4 **Колос, М. М.** Формирование логистической системы доставки минеральных удобрений / М. М. Колос // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2007. – № 8. – С. 26–30.

5 **Kolos, M.** Production Amalgamation's «Belaruskali» Potash Delivery System Analysis From Logistic Positions / M. Kolos // TRANSPORT. – 2006. – Vol. XXI. – No 4. – P. 286–288.

6 **Колос, М. М.** Формирование логистической системы доставки калийных удобрений в смешанном сообщении / М. М. Колос // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – № 4 (21). – С. 43–49.