

# ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ЭКСПОРТНОГО ЗЕРНА



**СЕРГЕЙ ДЭЛЬЗ**  
компания  
«Русагротранс»,  
директор  
департамента

С началом XXI-го века Россия вошла в число ведущих стран — экспортеров зерна. По оценкам Зернового союза и Минсельхоза России, валовой сбор зерна в стране в 2011 году будет в пределах 87—94 млн тонн. С учетом относительно стабильной величины внутреннего потребления зерна на уровне 70—72 млн тонн, а также больших переходящих запасов зерна, которые на 1 июля 2011 года превышали 22 млн тонн, экспортный потенциал России оценивается в 20—30 млн тонн. При текущих ценах российского зерна на мировом рынке порядка 245—255 долл за одну тонну, объем продаж на экспорт составит порядка 4—5 долл млрд, что сопоставимо с доходами от внешнеторговых сделок с сырьем и вооружением.

Дополнительно к основным покупателям российского зерна — странам Северной Африки и Ближнего Востока — в последнее время формируется новый рынок сбыта, в который входят страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Таким образом, география зернового экспорта и отсутствие зерновых терминалов в портах Дальневосточного бассейна определяют ситуацию, когда свыше половины объемов перевалки зерновых грузов с железнодорожного на водный транспорт осуществляются через два единственных глубоководных порта на юге России — Новороссийск и Туапсе.

В этой связи в пиковые периоды увеличения отправок зерна возникают логистические проблемы, приводящие к скоплению зерновозов на путях, соединяющих сельскохозяйственные районы страны с портами. Вследствие чего ОАО «Российские железные дороги» ограничивает отгрузку в адрес порта Новороссийск, как это имело место, например, в сентябре этого года. Помимо прямых финансовых потерь зерновых трейдеров и операторов железнодорожных перевозок, наличие инфраструктурных ограничений приводит к неуверенности покупателей в надежности экспортных поставок российской пшеницы. Это позволяет другим экспортерам, в первую очередь, странам Евросоюза и США, занять соответствующую рыночную нишу.

Мировой опыт взаимодействия железнодорожного и морского транспорта свидетельствует об эффективности маршрутизации зерновых перевозок. Она позволяет снизить транспортные расходы, затраты на терминальную переработку, простои вагонов и судов, а также в целом долю инфраструктурных издержек в экспортной цене зерна, достигающую в российских условиях 40% с дифференциацией по регионам.

Транспортировка зерна тесно связана с процессами его производства и хранения и имеет ряд существенных отличий от перевозок других массовых грузов. В основу управления зерновой транспортно-терминальной инфраструктурой США положены строительство элеваторов и портовых терминалов во взаимной увязке с общей схемой организации перевозочного процесса, резервация необходимого количества подвижного состава по принципу зонирования на локальных тяготеющих территориях, применение технологии маршрутных отправок.

Следуя такому подходу, необходимо учитывать реалии зернового рынка в России, где только одних юридических лиц, производящих зерно, зарегистрировано 28 000. Кроме того, производством зерна занимаются еще 200 000 фермеров, а также миллионы личных подсобных хозяйств [1]. Соответственно, отгрузка зерна в вагоны осуществляется более чем на 700 станциях, в одном составе могут быть вагоны нескольких экспортеров с разными видами зерновых для погрузки на разные суда.

Существующая схема транспортировки зерна от производителей до терминала в морском порту представлена на рис. 1 (А). Непосредственно от сельхозпроизводителей (крестьянских хозяйств) зерно поступает на полевые элеваторы, которые служат для его первоначального накопления и последующей отгрузки потребителям.

Базовым звеном в логистической цепи хранения и перевозки зерна является линейный элеватор емкостью 100—150 тыс. тонн, транспортные мощности которого обеспечивают подвоз и отправку партий зерна железнодорожным и автомобильным транспортом с интенсивностью до 2 000 тонн в сутки, чего, однако, может быть недостаточно для формирования железнодорожных маршрутов.

Элеваторы — основные инфраструктурные объекты сложившейся к настоящему времени зерновой логистической системы (ЗЛС), выполняющие функции накопительно-распределительных центров (НРЦ), формирующих зерновые грузопотоки. На региональном уровне такие НРЦ, как исторически сложившиеся узлы формирования, консолидируют внутренние и внешние зерновые потоки региона, а также распределяют их в соответствии с квотами внутреннего потребления и экспортными возможностями. В портовые терминалы — элеваторы зерно поступает железнодорожным и автомобильным транспортом.

Переход к альтернативной прогрессивной технологии перевозок грузов в морские порты с использованием маршрутных

## АННОТАЦИЯ:

Рассмотрены вопросы логистического подхода моделирования перевозок экспортного зерна повагонными и маршрутными отправлениями между кластерными грузоформирующими узлами и морскими портами.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Налитическая модель, консолидация отправок, маршрутные поезда, зерновая логистика.

## ANNOTATION:

The problems of logistic approach to the simulation of export grain transportation by railcar shipment and unit train shipment between cluster transport nodal points and seaports are considered.

## KEYWORDS:

Analytical model, consolidation of consignments, unit trains, grain logistics

поездов предполагает консолидацию пунктов отправок зерна. С этой целью, по аналогии с территориально-производственными кластерами, но применительно к зерновому рынку, можно говорить о создании сети «логистических зерновых кластеров», локализованных в зернопроизводящих регионах. В основе такого подхода лежит создание в пределах кластера грузоформирующего узла (узловой линейный элеватор), консолидирующего грузопотоки с линейных элеваторов, как показано на схеме рис. 1 (Б).

Для сокращения количества пунктов отгрузки зерна, где будут формироваться, прежде всего, экспортные судовые партии, до нескольких десятков необходимо выбрать месторасположение и, при необходимости, модернизировать инфраструктуру соответствующих линейных элеваторов. Такие терминальные объекты с интенсивностью грузопереработки до 4 000 тонн в сутки способны выполнять функции кластерного грузоформирующего узла по приему груженых вагонов, поступающих с линейных элеваторов, и автомобилей, обеспечивающих подвоз из тяготеющих зернопроизводящих районов, не имеющих железной дороги, а также осуществлять отправку зерновых железнодорожных маршрутов (до 60 вагонов).

Эффективность новой формы организации транспортного процесса и взаимодействия между видами транспорта определялась с помощью аналитической модели. Сравнение существующей системы транспортировки зерна с вариантом включения грузоформирующего узла (ГУ) в ЗЛС целесообразно вести по критерию экономической эффективности их создания, обусловленной сокращением затрат на транспортировку и переработку грузов и ускорением грузодвижения.

Суммарные экономические затраты (S), связанные с доставкой в системе 1 тонны зерна из зернодобывающего региона в портовый терминал, в общем случае можно записать так:

$$S = S_{tr} + S_{ter} + S_{inv} + S_t \quad (1)$$

где  $S_{tr}$  — затраты, связанные с транспортировкой;

$S_{ter}$  — затраты, связанные с переработкой зерна на терминальных объектах (элеваторах);

$S_{inv}$  — приведенные удельные инвестиции в инфраструктуру ГУ в расчете на 1 тонну зерна. Учитываются только применительно к системе маршрутных перевозок. Принимаются на основе фактических данных удельных инвестиционных затрат для аналогичных объектов. Здесь предполагается, что кластерный грузоформирующий узел создан на базе линейного накопительного элеватора с соответствующей модернизацией и развитием его внутренней и внешней транспортной инфраструктуры для обеспечения маршрутных отправок;

$S_t$  — затраты, связанные с временным изъятием перевозимых грузов из экономического оборота.

В существующей системе (индекс с) перевозки выполняются в зависимости от расстояния L, как прямой автомобильной доставкой (в пределах максимальной дальности  $L_{(a \max)}$ ), так и по железной дороге (повагонными отправлениями) с предварительным подвозом зерна от сельхозпроизводителей на линейные накопительные элеваторы автомобильным транспортом. Соответственно затраты на транспортировку ( $S_{(tr c)}$ ) определяются следующим образом:

$$S_{(tr c)} = R_1 \times (S_{(z c)} \times L + S_a \times I_a) + (1 - R_1) \times S_a \times L \quad (2)$$

где  $R_1$  — доля железнодорожных перевозок, линейно возрастающая от 0 до 1 в диапазоне от минимальной дальности железнодорожной перевозки  $L_{(z \min)}$  до  $L_{(a \max)}$ . Таким образом, при расстоянии свыше  $L_{(a \max)}$  магистральные автомобильные перевозки зерна исключаются;

$S_a$  — себестоимость 1 тонны/км при автомобильной перевозке. Определяется по фактическим данным с учетом средней рентабельности 10%;

$S_{z c}$  — себестоимость 1 тонны/км при железнодорожной перевозке повагонными отправлениями. Определяется в соответствии с Прейскурантом №10-01. Нелинейную зависимость изменения тарифа от расстояния перевозки с достаточной для целей анализа

точностью можно аппроксимировать двумя отрезками прямых на участках  $L_{(z \min)} \div 1000$  км и  $1000 \div 3000$  км.

В формуле (2) первое слагаемое отражает затраты на подвоз зерна автотранспортом для усредненного расстояния  $I_a$  между отправителями и линейным элеватором и последующую железнодорожную перевозку на усредненное расстояние L между линейными элеваторами в зернопроизводящем регионе и портовым терминалом. Второе слагаемое отражает затраты на прямую автомобильную перевозку зерна в порт.

Для маршрутных перевозок (индекс m) затраты на транспортировку ( $S_{(tr m)}$ ) определяются исходя из следующих соображений.

Доля маршрутных перевозок  $R_2$  возрастает с увеличением расстояния L между кластерным грузоформирующим узлом и портовым терминалом, достигая максимальной величины  $R_{2(\max)}$  на уровне 0,7—0,9 при некотором значении  $L = L_{z \text{ марш}}$ . Тем самым признается положение, что для полного вытеснения повагонных отправок по мере развития маршрутизации потребуется значительный период времени.

Характер зависимости  $R_2$  от дальности расстояния перевозки отражается логистической (S-образной) кривой в предположении процесса первоначально медленного увеличения данного параметра, а затем резкого ускорения роста с последующим замедлением при переходе от одного стабильного состояния (существующая система) к другому стабильному состоянию с максимально достижимым уровнем маршрутизации. В рассматриваемой модели использовалась S-образная кривая в виде синусоиды:

$$R_2 = \frac{R_{2 \max}}{2} \times \left[ 1 + \sin \left( \frac{L - L_{\min}}{L_{\text{марш}} - L_{\min}} \times \pi - \frac{\pi}{2} \right) \right] \quad (3)$$

Подвоз зерна на грузобразующий узел на усредненное в пределах кластера расстояние (l) между линейными элеваторами и ГУ осуществляется повагонными отправлениями.

С учетом изложенных зависимостей:

$$S_{(tr m)} = R_2 \times (S_{(z m)} \times L + S_{(z c)} \times l) + (1 - R_2) \times S_{(tr c)} \quad (4)$$

где  $S_{(z m)}$  — себестоимость 1 тонны/км при маршрутных перевозках. Принимается по фактическим данным.

Затраты, связанные с терминальной переработкой на линейном элеваторе и в порту, а также в ГУ, определяются соответственно заданными удельными значениями  $Z_{ter c}$  и  $Z_{ter m}$ :

$$S_{ter c} = R_1 \times 2 \times Z_{ter c} \quad (5)$$

$$S_{(ter m)} = R_2 \times (Z_{(ter c)} + Z_{(ter m)}) + (1 - R_2) \times S_{(ter c)} \quad (6)$$

Затраты  $S_t$ , связанные с изъятием зерна из оборота (иммобилизация запасов), определяются исходя из следующих соображений.

Увеличение срока доставки удорожает весь торговый оборот, так как возрастает время финансового кредита, получаемого для торговой операции. Чем дольше груз находится в пути, тем больший процент приходится выплачивать, тем дороже в итоге товар для конечного потребителя. Для рассматриваемых вариантов:

$$S_{t c} = T_c \times P \times \frac{q}{365};$$

$$S_{t m} = T_m \times P \times \frac{q}{365},$$

где P — средняя стоимость 1 тонны зерна, в руб.;

q — среднегодовой банковский процент;

$T_c$ ,  $T_m$  — среднее время доставки зерна соответственно для существующей и предлагаемой системы, сутки.

Принято, что время доставки зерна повагонными отправлениями соответствует фактическим данным, время подвоза определяется его расстоянием и скоростью автомобильной ( $V_a$ ) или железнодорожной ( $V_{z c}$ ) перевозки, а переработка 1 тонны зерна на терминале занимает одни сутки. С учетом этого:

$$T_c = R_1 \times (1,3 \times L / V_{(z c)} + 2 + I_a / V_a) + (1 - R_1) \times (L / V_a) \quad (7)$$

$$T_m = R_2 \times (L / V_{(z m)} + T_c \times 2 + l / V_{(z c)}) + (1 - R_2) \times T_c \quad (8)$$

где  $V_{(z m)}$  — скорость маршрутной перевозки.

Расчеты с применением модели показали, что факторами, наиболее влияющими на эффективность маршрутизации, являются расстояние L и себестоимость маршрутных перевозок  $S_{(z m)}$ . На

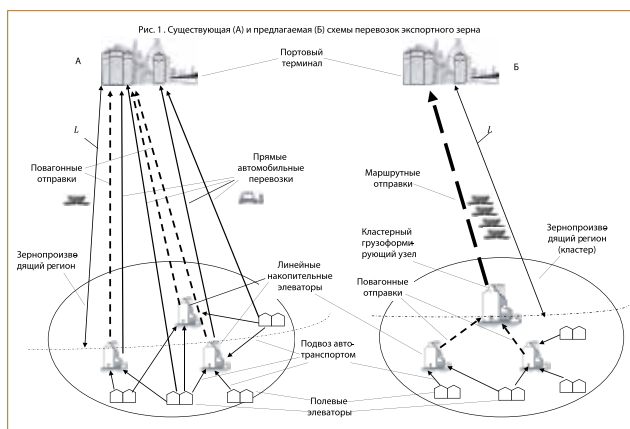


Рисунок 1

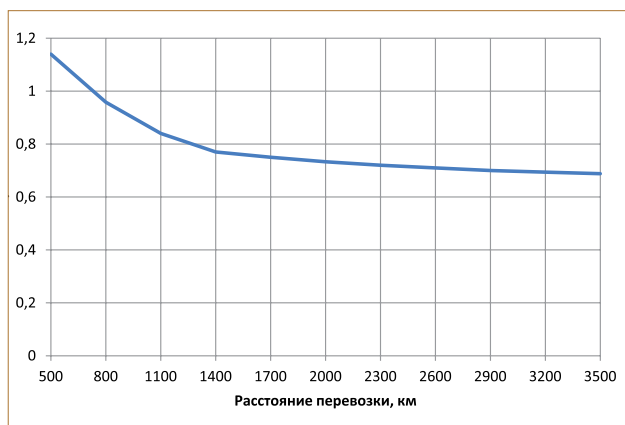


Рисунок 4

Соотношение среднего времени доставки зерна маршрутными поездами и в существующей системе ( $T_m/T_c$ )

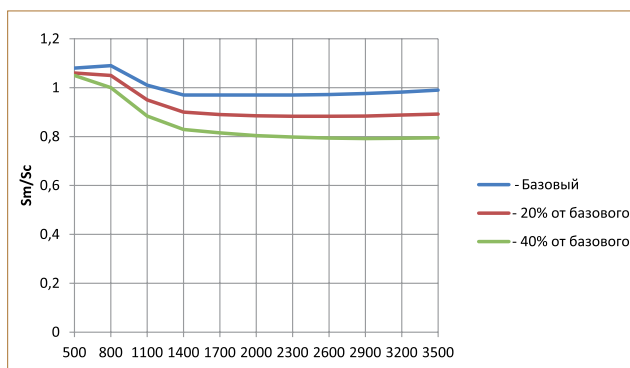


Рисунок 2

Соотношение суммарных затрат при перевозках зерна маршрутными поездами ( $S_m$ ) и в существующей системе ( $S_c$ ) в зависимости от расстояния и изменения уровня себестоимости 1 тонны / км при маршрутных перевозках (в диапазоне от фактических значений  $S_{(z,m)}$  в базовом варианте до значений, уменьшенных на 40% по сравнению с базовым вариантом)

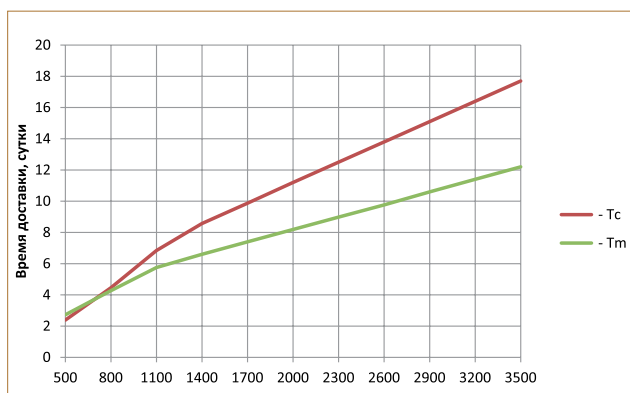


Рисунок 3

Среднее время доставки зерна маршрутными поездами ( $T_m$ ) и в существующей системе ( $T_c$ )

рис. 2, аналогично подходу в работе [2], сравнительная эффективность исследуемых систем перевозок представлена соотношением суммарных затрат  $S_m/S_c$ , определяемых по формуле (1) для маршрутных перевозок ( $S_m$ ) и существующей системы ( $S_c$ ). При  $S_m/S_c < 1$  более эффективны маршрутные перевозки. Базовый

вариант соответствует фактическим значениям себестоимости маршрутных перевозок.

Маршрутизация перевозок позволяет значительно снизить время доставки зерна из зернопроизводящего региона в порт отгрузки на экспорт (рис. 3), вследствие чего возможно уменьшение количества зерновозов по сравнению с существующей системой повагонных отправок для вывоза одного и того же объема зерна или существенное увеличение вывоза при сопоставимом количестве подвижного состава.

С учетом максимальной производительности отгрузки кластерного элеватора 4 000 тонн в сутки, несложные расчеты показывают, что в пиковый период (с августа по октябрь) для ежедневной отправки одного маршрутного поезда (60 вагонов) из региона, удаленного от порта, например, на 2000 км, потребовалось бы порядка 1020 вагонов вместо 1380 при перевозке того же объема зерна с линейных элеваторов в существующей системе. Применяя маршрутную технологию, можно без увеличения привлекаемого вагонного парка повысить грузооборот узлового элеватора и тем самым его коэффициент кластерной значимости [3]. Для рассматриваемого примера и данных графика изменения соотношения времени доставки в зависимости от расстояния на рис. 4 рост грузооборота может быть оценен в 25—30%. Достижение более высоких показателей грузооборота будет способствовать уменьшению дефицита элеваторных мощностей.

Таким образом, результаты моделирования подтверждают целесообразность радикального изменения существующей ЗЛС на основе перехода к новой системе концентрации отправок экспортного зерна на кластерных грузоформирующих узлах и маршрутизации перевозок в морские порты.

Использование маршрутных поездов позволит управлять всем циклом транспортировки зерновых грузов, сгладить пиковые нагрузки и сезонность спроса, решить проблему дефицита подвижного состава и избежать заторов на подъездных путях к портовым терминалам.

Предлагаемая архитектура логистической цепи поставок будет способствовать увеличению российского экспорта за счет сокращения времени в пути и снижения транспортных издержек в стоимости зерна на мировом рынке.

**Библиографический список**

1. Российский деловой портал «Альянс Медиа». Официальный сайт. <http://www.allmedia.ru/newsitem.asp?id=849236>
2. Франк С. О., Колик А. В. К решению задачи размещения контейнерных терминальных комплексов. // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — М., 2006, № 9. С. 12—16.
3. Миротин Л. Б., Дэльз С. В. Транспортные связи и оценка стоимости объектов зерновой логистической системы. // Бюллетень транспортной информации. — М., 2011, № 10.