

- стимулирует работников на выполнение показателей, способствующих эффективной работе клиентов железной дороги;
- достигается оптимальное распределение функций оперативного управления между отделением и объединенными станциями, которые выполняют часть функций диспетчерского управления по организации местной работы в своем районе управления;
- обеспечено взаимодействие в работе ЦУМР с центрами управления транспортного обслуживания на отделенческом и линейном уровнях.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Панюшенко Виталий Николаевич, г. Минск, РУП «Минское отделение Белорусской железной дороги», начальник отдела перевозок.

УДК 656.2

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

*А. Ю. ПАПАХОВ, Р. В. ВЕРНИГОРА, А. М. ОКОРОКОВ, П. С. ЦУПРОВ
Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

Украина, благодаря своему географическому положению и развитой транспортной инфраструктуре, имеет значительный потенциал как страна-транзитер, в первую очередь, в логистической цепи товарообмена между Азией и Европой. По оценкам Британского института по проблемам транспорта Рэндел коэффициент транзитности Украины составляет 3,75 (при максимуме 5); это лучший показатель среди стран Европы (для сравнения: в Польше, занимающей второе место, этот показатель составляет 2,92).

Вместе с тем, свой транзитный потенциал Украина использует недостаточно: за последние 10 лет объемы транзитных перевозок через территорию Украины сократились более, чем в 2,5 раза, в первую очередь за счет падения транзитных перевозок железнодорожным транспортом. Существует целый ряд факторов, препятствующих использованию транзитного потенциала: экономические, технические (износ транспортной инфраструктуры и подвижного состава, дефицит пропускной способности основных транспортных магистралей, неразвитость логистических терминалов внутри страны и на сухопутных границах, разница в ширине с европейской железнодорожной системой), организационно-экономические (высокий уровень портовых сборов, сложности в организации таможенных процедур, отсут-

ствии гибкой тарифной политики для перевозчиков и т.п.). Следствием этих проблем является снижение конкурентоспособности на рынке транзитных перевозок и соответственно индекса эффективности логистики (LPI): на Украине в 2018 г. составил 2,84 (66 позиция); для сравнения: в Польше – 3,58 (28-я позиция), в Германии (лидер рейтинга) – 4,20.

Одним из направлений повышения транзитного потенциала является развитие международных транспортных коридоров. По территории Украины проходят три железнодорожных международных паневропейских транспортных коридора № 3, 5 и 9, международные коридоры Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) № 5 и 8, а также международный транспортный коридор ТРАСЕКА. Для полноценного использования МТК и вхождения их в общеевропейскую транспортную сеть необходима системная модернизация соответствующей инфраструктуры. При этом возникает задача наиболее рационального распределения инвестиционных ресурсов, которые могут быть выделены на модернизацию МТК, с целью получения максимального эффекта. Для оценки эффективности капитальных вложений в развитие МТК авторами разработана экономико-математическая модель на основе методов теории графов и нелинейной оптимизации.

Транспортный коридор представляется в виде ориентированного графа $G(V, L)$, где V – множество вершин, каждая из которых соответствует определенному узлу (станция, пограничный переход, пункт зарождения или погашения грузопотока) коридора; L – множество дуг, каждой из которых поставлен в соответствие железнодорожный участок между узлами коридора.

Основными параметрами модели являются: X – годовой объем перевозок по транспортному коридору; d – уровень технического оснащения коридора; i – произвольный элемент транспортного коридора; p – род перевозимого груза по транспортному коридору; K_i – стоимость модернизации элемента транспортного коридора; E – ежегодные эксплуатационные затраты по перевозке грузов и обслуживанию транспортных устройств в коридорах; t – период (этап) капиталовложений (годы, месяцы) в пределах заданного расчетного периода T . Тогда X_{tid} – вектор, характеризующий объем работы на этапе t элемента сети i при его оснащении до технического уровня d ; K_{tid} – стоимость реконструкции (сооружения) на этапе t элемента i до уровня d ; E_{tid} – эксплуатационные расходы на этапе t на элементе i , оснащенный до уровня d . Таким образом, каждое сочетание $\{tid\}$ характеризует определенный вариант развития транспортного коридора: на этапе t выполняется изменение технического состояния элемента i до уровня d , которому соответствует определенный набор (вектор) технических ограничений b_{tid} (например, пропускная или провозная способность).

Принято, что для каждого пункта отправления и прибытия грузов (пассажиров) $v_g \in V$ объем прибытия (отправления) каждого конкретного груза p_k на

каждом этапе модернизации t задан функцией $Q(v_g, p_k, t)$. Необходимо среди множества M возможных вариантов модернизации $\{tid\}$ определить такое подмножество M^* , чтобы при заданном нормативном коэффициенте эффективности капиталовложений F за расчетный период T выполнялось условие

$$\sum_{M^*} \frac{K_{tid} + E_{tid}}{(1+F)^t} \rightarrow \min. \quad (1)$$

В (1) капитальные K_{tid} и эксплуатационные E_{tid} затраты суммируются по всем элементам $\{tid\}$ подмножества M^* ; при этом значения элементов X_{tid} и $\{tid\}$, которые минимизируют целевую функцию (1), должны удовлетворять следующим условиям (ограничениям):

1) заданные объемы прибытия и отправления всех видов грузов p_k для всех пунктов v_g транспортной сети должны быть выполнены на каждом этапе модернизации t :

$$\sum_l X_{lpt} = Q(v_g, p_k, t). \quad (2)$$

При этом суммирование в (2) производится по всем дугам l , по которым можно перевозить груз p_k и которые связывают рассматриваемый узел v_g со смежными узлами; при этом X_{lpt} – соответственно объем груза p_k , отправляемого на этапе t из узла v_g по дуге l ;

2) объемы транспортной работы на всех элементах i , модернизированных на этапе t до уровня технического оснащения d , должны отвечать соответствующим техническим ограничениям b_{tid} :

$$f(X_{tid}) \leq b_{tid}. \quad (3)$$

Если под ограничениями b_{tid} подразумевается только максимальный объем грузопотока для элемента транспортного коридора i (пропускная или провозная способность), то ограничение (3) принимает вид

$$\sum_p X_{tpj} \leq b_{tid}. \quad (4)$$

В модель могут быть введены и дополнительные условия-ограничения, например по величине капитальных вложений на каждом этапе инвестиционного проекта, по срокам осуществления перевозки, по приоритетности модернизации элементов транспортного коридора и т.п.

Решение задачи (1) в общем случае требует отыскания экстремума невыпуклого функционала в пространстве достаточно большой размерности при наличии многих линейных и нелинейных ограничений. Одним из возможных путей решения задачи является использование методов векторной оптимизации, в результате чего получают подмножество Парето-эффективных решений. Проверку полученных решений целесообразно выполнять с использованием методов имитационного моделирования, которое является эффективным инструментом оценки различных вариантов распре-

деления объемов инвестиций при модернизации инфраструктуры в транспортных коридорах. В настоящее время авторами выполняется разработка имитационной модели железнодорожного транспортного коридора, которая позволяет исследовать и анализировать его функционирование при разном уровне технической оснащенности и в различных эксплуатационных условиях.

Модернизация технико-технологических параметров МТК является важным фактором повышения конкурентоспособности Украины на рынке транзитных перевозок, что позволит увеличить транзитный грузопоток. При этом рациональное планирование распределения инвестиций требует применения современного математического аппарата с использованием как аналитических алгоритмов, так и мощных имитационных моделей.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Папахов Александр Юрьевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук;
- Вернигора Роман Витальевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, декан факультета «Управление процессами перевозок», канд. техн. наук, доцент;
- Окороков Андрей Михайлович, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук, доцент;
- Цупров П. С. , г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

УДК 656.225:629.46

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ЖЕСТКОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

*А. Ю. ПАПАХОВ, А. М. ОКОРОКОВ, Р. В. ВЕРНИГОРА
Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

В условиях конкуренции на рынке транспортных услуг и активного внедрения в перевозочный процесс принципов логистики повышается актуальность своевременной, предсказуемой и управляемой доставки грузов железной дорогой.