

– повысить конкурентоспособность транспортного комплекса республики в условиях жесткой конкуренции на международном рынке транспортных услуг.

Эффективность транспортно-логистической системы во многом будет зависеть: от уровня проведения информационной и просветительской работы с целью подготовки клиентов и поставщиков к новым методам работы; подготовки и повышения квалификации специалистов, работающих в сфере транспортно-логистической деятельности. Это будет способствовать повышению качества комплекса транспортно-логистических услуг.

Получено 12.10.2006

S. N. Kuchinsky, V. D. Chizhonok. Problems and principles of formation transport-logistical system of Republic Belarus.

The role of logistics in increase of efficiency transport process is considered. The present stage of development transport systems offers their perfection on the basis of wide use the logistical approaches. Problems of formation hierarchical transport-logistical systems in Republic Belarus are stated, ways of their decision and expected results are analyzed.

1 **Горбель, Н.** Ассоциация международных экспедиторов. Год 2005. Постскрипtum / Н. Горбель // Компас экспедитора и перевозчика. – 2006. – № 2. – С. 2–8.

2 **Прокофьева, Т. А.** Стратегические аспекты сотрудничества России и Казахстана в развитии транспортно-логистической инфраструктуры международных транспортных коридоров / Т. А. Прокофьева, У. С. Аубакиров, Е. Оспанов // Бюллетень транспортной информации. – 2006. – № 3. – С. 15–22.

3 **Халилов, Н. М.** Логистика управления перевозочным процессом на железных дорогах / Н. М. Халилов // Бюллетень транспортной информации. – 2005. – № 10. – С. 23–28.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2007. № 1–2(14–15)

УДК 629.4.014.76

В. В. СКАЛОЗУБ, О. В. СОЛТЫСЮК, К. С. ФОКША, М. С. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ

Представлены и исследованы усовершенствованные модели транспортной задачи, задачи о перевозке, ряда других потоковых задач, в которых учтены многие владельцы средств перевозок. Отмечено, что формализм транспортной задачи не охватывает некоторых существенных свойств и средств перевозки, важных для планирования, например, относительно прав собственности. Предложены формы введения у модели характеристик носителей потока, моделей компромиссов, которые регулируют распределение прибыли и расходов. Представлена постановка и математическая модель задачи оптимального планирования перевозок вагонами инвентарного парка, операторов и иновагонами. Дана постановка задачи регулирования вагонного парка при условии паритетных расчетов между железнодорожным и администрациями и способы реализации управленческих решений.

С появлением многих владельцев средств перевозок происходят изменения организации экономически эффективного функционирования железнодорожного транспорта Украины. Разные владельцы являются участниками единого процесса перевозок, но имеют самостоятельные интересы. Реализация грузовых перевозок с учетом интересов всех участников нуждается в применении новых моделей и методов оптимального планирования, в которых необходимо решать компромиссные задачи, возникающие в условиях конкуренции. Остановимся на построении расширенных моделей, родственных транспортной задаче и задаче о перевозках [1, 2], а также на изменении постановок ряда классических потоковых задач (о максимальном потоке, о кратчайшей цепи, о назначении с дополнительными ограничениями, прочими), в которых учтены индивидуальные свойства носителей потока (средств перевозок).

Отметим, что формализм транспортной задачи и известных потоковых задач не охватывает части важных для планирования свойств и средств перевозки, в частности, связанных с правом собственности. Классический подход является приемлемым в случае, когда все средства перевозки являются однородными сущностями, индивидуальные свойства которых могут не учитываться.

Выделим следующие методики получения модели, не однородной относительно свойств и средств перевозок транспортной задачи (ТЗ): за счет редуцирования матрицы “расстояний” [3, 4], путем включения в модели дополнительных формализмов для представления компромиссных свойств задачи [4]. Первый путь открывает возможность применения известных методов решения ТЗ, представленных в работах [1, 2]. Остановимся на формулировке закрытой модели при учете лишь неоднородности (индивидуальности)

средств перевозок, когда задача планирования перевозки может быть представлена в виде

$$F_C(\bar{X}) = \sum_{k=1}^K \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^{(k)} C_{ij}^{(k)} \right) \Rightarrow \min_{x_{ij} \in D_x}; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n x_{ij}^{(k)} \right) = \sum_{k=1}^K a_i^{(k)}; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K \left(\sum_{i=1}^m x_{ij}^{(k)} \right) = b_j; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (3)$$

$$\sum_k \left(\sum_i a_i^{(k)} \right) = \sum_j b_j, \quad (4)$$

где $x_{ij}^{(k)}$ – объем перевозки из пункта A_i ; $a_i^{(k)}$ – количество вагонов владельца k ; b_j – потребность B_j .

Модель задачи (1)–(4) является обобщенной не только за счет введения соответствующих дополнительных знаков суммирования, но и за счет редукции матрицы “расстояний” $C = [C_{ij}]$. Можно указать несколько видов модификации матрицы, чтобы обеспечить возможность использования известных методов решения ТЗ. В работе [4] приведен ряд способов введения в задачи планирования и управления характеристик участников процесса перевозки, а также моделей компромиссов. При формировании решений в этих задачах использованы методы управления на основе теории кооперативных игр и аксиоматических методов векторной оптимизации [4, 6], учитываются “сила” владельцев средств перевозок [6], прибыли и эксплуатационные расходы на реализацию перевозок.

Модели потоковых задач с неоднородными свойствами носителей потока. Анализ показывает, что в известных сетевых моделях задач (СМЗ) принятия решений свойства отдельных носителей потока (считаем, что именно они реализуют продвижение потока) не рассматриваются как составляющая задачи. Такое абстрагирование допускает, что все носители потока (НП) не имеют в чем-то разных свойств, существенных для разрешимой задачи, считаются однородными. В многопродуктовых потоках [1] такое утверждение касается каждого продукта отдельно. Анализ СМЗ показывает, что у них решения проводятся “с позиций структуры сети”, графа. Учет неоднородности НП является существенным новым элементом, ведет к изменению и расширению содержания задач [4]. Мотивом для введения в СМЗ свойств НП, например, есть учет условий существования многих владельцев средств перевозок и т. п.

Неоднородность носителей потока означает, например, следующее. Выполняется учет у СМЗ приоритета пунктов направления для отдельных

НП или же маршрутов прохождения элементов потока из источников к стокам. Эта информация может быть представлена с помощью разных матриц стоимости, соответствующих отдельным категориям НП. Возможно также введение дополнительных ограничений на дугах (несколько ограничений), но при ограничениях, которые связывают дуги, алгоритм дефекта [1] не “работает”. Далее, неоднородность представляется через задание ограничений на возможность совместимого движения разных носителей потока (связки НП) или же требований, чтобы некоторые категории носителей не присутствовали в “струе”. Возможно также рассмотреть случаи, когда свойства НП поданы с помощью нечетких величин. В общем плане может быть показано, что предложенные модели отличаются уточнением относительно организации прохождения потока через сети, уточнением связей между элементами потока, а не учета лишь свойств потока и сети. Этот аспект задач о потоках в сетях в достаточной мере в литературе еще не рассматривался.

Учет неоднородности носителей потока включает: учет приоритета пунктов направления или же прохождения элементов потока из источников в стоки; учет индивидуально для каждого носителя прибыли и расходов при прохождении по некоторым маршрутам от истока к стоку (новые свойства целевых функций модели задачи); задание приоритетов прохождения по сети для конкретных носителей потока, задание ограничения на возможность совместимого движения разных носителей потока или же требование, чтобы некоторые категории носителей не присутствовали в “струе”.

Таким образом, модели неоднородных НП отличаются уточнением организации прохождения потока по сети, а также связей между элементами потока.

Следует учитывать, что кроме свойств носителей потока, у узлов и дуг могут быть (как правило, они есть в классических моделях) некоторые общесистемные параметры $C_{ik}(t)$; это характеристики носителей типа времени движения по дуге и др., в зависимости от особенностей задачи. Например, неодинаковый тариф на электроэнергию $p(t)$ в разные периоды времени, причем это свойство дуги не связано с носителем потока. В потоковых задачах исследуются стационарные, предельные режимы протекания потока по сети [1]. Здесь время не рассматривается, как и траектории отдельных носителей. Поток является стационарным, его статистические свойства не изменяются во времени.

В связи с учетом индивидуальных характеристик носителей потока возникают новые интерпретации содержания известных задач: о максимальном потоке; кратчайшей цепи; потоке мини-

мальной стоимости с учетом свойств носителей объектов; назначении с дополнительными ограничениями.

Постановка заданий оптимального планирования перевозок вагонами инвентарного парка, операторов и иновагонами. Вагоны операторов железнодорожного транспорта, промышленных предприятий и других собственников составляют значительное количество, часть которого имеет тенденцию постоянного роста. Использование этих вагонов в перевозках грузов обусловлено рядом факторов, которые следует учитывать в случае их включения в общий план. Включение собственных вагонов в план перевозок Укржелдортранса опирается на юридические, организационные, материальные и другие договоренности, что необходимо представить в полной математической модели оптимального планирования. Главные отличия моделей планирования перевозок, которые наряду с вагонами инвентарного парка учитывают иновагоны и вагоны иных операторов, состоят в следующем.

Во-первых, возможность вовлечь собственные вагоны в перевозки нуждается в дополнительном соглашении между Укржелдортрансом и владельцем. Это ограничивает срок применения вагонов и требует введения режимов управления по срочному возвращению иновагонов. Вагон к установленному периоду должен быть возвращен под перевозку владельца на определенном полигоне железных дорог. Формализация этого требования добавляет ограничение к модели оптимального планирования.

Во-вторых, матрица эксплуатационных расходов для владельцев вагонов отличается от вагонов инвентарного парка и иновагонов, что учитывается вагонной составляющей расходов. В этой матрице для собственных вагонов одного оператора также необходимо вводить дополнительное отдельное состояние для каждой станции дислокации вагонов, как и для иновагонов.

В-третьих, технологическая цепочка планирования перевозок для собственных вагонов отличается от других категорий и включает фазы "подвод вагонов в станцию погрузки", "погрузка по направлению к допустимой станции назначения", "перевозка", "выгрузка", "возвращение владельцу на отмеченный полигон".

В общих моделях планирования также необходимо учитывать разные тарифы на перевозку вагонами операторов и инвентарного парка.

Математическая модель задачи оптимального планирования перевозки вагонами инвентарного парка, операторов и иновагонами. Общая постановка задачи этой математической модели аналогична работе [4], потому установим лишь составляющие, которые имеют существен-

ные отличия. В первую очередь, это касается формирования целевой функции и постановки задания, которые принимают следующий вид: найти деление порожних вагонов ИнП, иновагонов $\{\bar{x}_{ijr}\}$ и собственных вагонов (ВВ) $\{\tilde{x}_{ijr}\}$ по маршрутам перевозки, при которой обеспечивается

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R \left\{ \left(c_{ijr} x_{ijr} + \sum_{i=1}^* \bar{c}_{ijr} \bar{x}_{ijr} \right) + \sum_{i=1}^* \tilde{c}_{ijr} \tilde{x}_{ijr} \right\}. \quad (5)$$

В критерии (5) через $\{\tilde{c}_{ijr}\}$ обозначены коэффициенты матрицы расходов на перевозки, обусловленные использованием собственных вагонов операторов, введенные дополнительно к характеристикам, представленным в моделях задач оптимального планирования. При их определении на основании нормирования технологических операций и по данным наблюдений считается учтенным отличие вагонной составляющей расходов, наличие особенной технологической цепочки, требование перевозок не на все станции назначения. Необходимость возвращения вагонов владельцу к установленному периоду определяется следующим ограничением:

$$\tilde{t}_{k(j)}^2 = \tilde{t}_{k(j)}^1 + \Delta \tilde{t}_{k(j)} \leq \tilde{T}_{k(j)}, k \in N_{BB(j)}, \quad (6)$$

где $\tilde{t}_{k(j)}^2$ – прогнозируемый срок окончания рейса ВВ согласно плану; $\tilde{t}_{k(j)}^1, \Delta \tilde{t}_{k(j)}, \tilde{T}_{k(j)}$ – начало и срок перевозок, а также предельный период возможности использования вагонов владельцев.

Условия (6) устанавливаются для каждого собственного вагона и каждого владельца $j \in J_{BB}$. Переменные характеристики $\tilde{t}_{k(j)}^1, \Delta \tilde{t}_{k(j)}$ дополнительных условий (6) рассчитываются на соответствующих этапах процедуры планирования.

Реализация обобщенной постановки задания оптимального планирования нуждается в модифицировании соответствующих шагов предложенного алгоритма К1 – К6 [4], что сводится к определению дополнительных составляющих исходной матрицы, а также решению транспортной задачи [2] большего размера.

Проблема регулирования вагонных парков при условии паритетных расчетов. Одной из важных проблем организации перевозок на железных дорогах Украины является комплексное задание относительно определения стратегии управления и осуществления регулирования грузовыми вагонными парками, которая обеспечивает выполнение условий паритета (приблизительного равенства) платы железнодорожных администраций за использование вагонов собственности других стран СНГ и Балтии (иновагонами), начисленной за установленный период [3]. При регулировании вагонными парками для соблюдения паритета вы-

плат будем выделять два этапа решения: постановка задачи регулирования и определения соответствующих параметров; решение задания относительно реализации оптимальной регуляции. Первый этап заключается в построении соответствующей модели регулятора. Для обеспечения оптимального регулирования на втором этапе предложена новая постановка задания планирования и построена специализированная модель транспортной задачи, предназначенная для планирования перевозки грузов на полигоне нескольких железных дорог инвентарным вагонным парком и инов вагонами. Модель транспортной задачи модифицирована за счет введения дополнительных ограничений, которые обеспечивают построение плана с установленным диапазоном платы стране-владельцу за использование ее вагонов.

При расчетах регулировочных заданий будем использовать ежемесячные планы экспортно-импортных грузовых перевозок, согласованных между разными железнодорожными администра-

циями. Для упрощения изложения рассматривается случай взаимодействия двух администраций – Украины и Российской Федерации (УЗ и РЖД). Наглядно содержание отмеченного задания оптимального регулирования вагонными парками представлено на рисунке 1. На нем приведены графики ожидаемых выплат двух железнодорожных администраций (адм. 1, адм. 2) за использование инов вагонов на протяжении месяца, когда для определенности установлены некоторые условные несбалансированные объемы экспортно-импортных перевозок. Размеры платы рассчитываются на основе сведений о стыковых станциях поступления вагона за границу, расстояния к станции назначения, нормативных расстояний движения вагонов в нагруженном и пустом состояниях, сроков разгрузочных операций и других операций в зависимости от рода вагонов и т. п. Считается, что железнодорожные администрации применяют стратегию немедленного возвращения инов вагонов в страну владельца.

Планирование перевозок Экспорт-Импорт

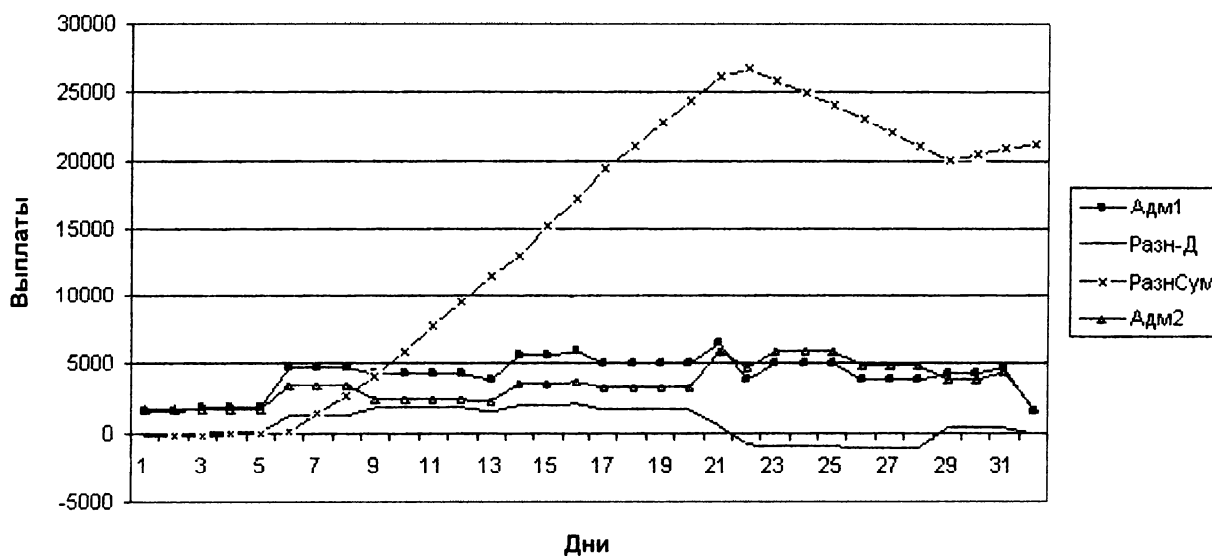


Рисунок 1 – Прогнозирование сальдо выплат на основе планов экспорта – импорта

Отличия в ежесуточных планах перевозок и соответствующие разницы в выплатах (РАЗН-Д) администраций (Адм. 1, Адм. 2, см. рисунок 1) накапливаются (РазнСум, см. рисунок 1). На конец расчетного периода при применении стратегии немедленного возвращения инов вагонов, как правило, одна из железнодорожных администраций (заранее известно какая) будет иметь положительное сальдо выплат (достаточно значительное). Задание оптимального регулирования другой администрации заключается в отходе от отмеченной стратегии и выборе таких параметров использования инов вагонов (ИВ), которые дают возможность обеспечить паритет в расчетах.

Реализация постановок задач из регулирования вагонными парками. Выделяются два этапа решения: расчет значений параметров управления на этапах планирования, решение задачи относительно реализации оптимального управления. В самом простом виде можно предложить следующую процедуру расчета главной компоненты вектора (2) $u_p^r = \tau_p(t_j)$. На основе планов $(Ex(t_j))$ импорта $(Im p(t_j))$ для каждого периода $t_j, j = 1, 2, \dots, n$, известных расстояний между станциями поступления вагонов и станциями назначения, нормативных сроков ежесуточного передвижения, загруженных и порожних вагонов,

а также сроков переработки грузов определяются прогнозируемые сроки эксплуатации вагонов, соответствующие суммы выплат за их использование. Ежесуточное определение (за счет автоматизированных систем) и накопление разницы между соответствующими выплатами позволяет рассчитать график текущего нарушения баланса выплат. Известные выплаты за суточное использование вагонов разного рода (крытые, цистерны, другие), а также известные сроки нахождения вагонов на полигоне другого государства дают возможность для заданного необходимого количества вагонов рассчитать значение дополнительного срока использования иновагонов на полигоне железных дорог, чтобы уменьшить разницы $\Delta_S(t_j)$. Таким образом, главными результатами первого этапа организации управления парками ИВ является расчет $\Delta_S(t_j)$ и соответствующих значений дополнительного срока использования этих вагонов.

Для реализации следующего этапа оптимального регулирования будем использовать постановку заданий из планирования перевозок, описанную в работе [3], которую для обеспечения паритета выплат между администрациями модифицируем за счет введения дополнительных ограничений. Детальные элементы постановки задачи второго этапа приведены в [4]. Именно они обеспечивают построение плана с установленным диапазоном платы стране-владельцу за использование ее вагонов. Чтобы сформировать необходимые дополнительные ограничения для задачи оптимального планирования представим разницу выплат $\Delta_S(t_j)$ этапа t_j следующим образом. Пусть нормативное суммарное время пребывания каждого вагона на иностранном маршруте за границей определяется как сумма сроков движения, разгрузки, формирования поезда [3], или подобными более детальными уравнениями, а стоимость вагоносудок с учетом прогрессирующей шкалы выплаты за использование вагона рода ("p") составляет $b(p_k)$. Тогда суммарная стоимость использования иновагонов $k = 1, 2, \dots, n_v(j)$, которые поступили на этапе t_j , будет составлять

$$W_{UZ}^{Poc}(t_j) = \left(\sum_{k=1}^{n_v(j)} (T_k^{(p)} b(p_k)) \right), \quad (7)$$

где $T_k^{(p)} = t_{k(j)}^2 - t_{k(j)}^1$, $\Delta_S(t_j) = W_{Poc}^{UZ}(t_j) - W_{UZ}^{Poc}(t_j)$.

Оценка параметра $W_{Poc}^{UZ}(t_j)$ рассчитывается по выражению (7).

Уравнение баланса, которое устанавливает паритет выплат ЗА, имеет вид

$$\sum_i^{j-1} \Delta_S(t_i) + \sum_{k=1}^{n_{vPP}(j)} (T_k^{(p)} + \Delta_p) b(p_k) - \sum_{k=1}^{n_{vUZ}(j)} (T_k^{(p)}) b(p_k) = 0. \quad (8)$$

Уравнение (8) показывает, что за счет выбора дополнительного срока Δ_p содержания иновагонов рода ("p") собственности России (РЖД) компенсируется как накопленное сальдо (первый член) предыдущих этапов планирования, так и стоимость пребывания вагонов УЗ на полигоне железных дорог РЖД (последний член). В (8) обозначено как $n_{vPP}(j)$, $n_{vUZ}(j)$ количество вагонов РЖД на Укржелдортрансе и Укржелдортрансе на РЖД соответственно. Из уравнения (8) можно рассчитать необходимое дополнительное количество суток. Например, для выполнения (8) путем эксплуатации вагонов лишь одного рода (полувагонов) необходимо обеспечить дополнительное использование n_v^{Π} иновагонов сроком (суток)

$$\Delta_k^{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^j \Delta_S(t_i)}{b^{\Pi}(p_k) n_v^{\Pi}}. \quad (9)$$

Для выбора управлений относительно дополнительного Δ_p содержания вагонов разного рода (p_k), количество каждого из которых составляет n_v^{Π} , необходимо использовать следующее уравнение:

$$\sum_{i=1}^j \Delta_S(t_i) - \sum_{(p)} (\Delta_p b(p) n_v^{\Pi}) = 0. \quad (10)$$

В соответствии с (10) разное количество вагонов различных родов дополнительно можно использовать соответствующее количество суток, чтобы выполнить это условие.

Таким образом, на основании данных об эксплуатации иновагонов и потребности в грузовых перевозках на основе (7)–(10) можно определить параметры управления (количество дополнительных суток содержания установленного числа вагонов соответствующего рода) на текущем этапе t_j , необходимые для выполнения условий паритета взаимных выплат. Именно эти величины используются при постановках заданий оптимального планирования с учетом паритета выплат между железнодорожными администрациями [4]. В модели второго этапа регулирования вагонными парками основным отличием являются использование при планировании вагонов инвентарного парка и иновагонов, а также дополнительные ограничения транспортной задачи, которые имеют вид

$$\hat{T}_k^{(p)} = \tilde{t}_{k(j)}^2 - t_{k(j)}^1 \leq t_{k(j)}^2 - t_{k(j)}^1 + \Delta_p; \quad (11)$$

$$k \in N_{IB}(j), p \in P_B;$$

$$\sum_{k \in N_{IB}(j)} b(p_k) T_k^{(p)} = \Delta_S(t_j) \leq W_{Poc}^{UZ}(t_j) - W_{UZ}^{Poc}(t_j). \quad (12)$$

Система дополнительных ограничений (11), (12) учитывает условия обеспечения паритета выплат железнодорожных администраций. Уравнения (11) устанавливают оптимальный предельный срок использования каждого из $k \in N_{IB}(j)$ инованов $\hat{T}_k^{(p)}$, что принадлежат к родам $p \in P_B$, где $N_{IB}(j)$ – множество ИВ на этапе t_j , а P_B – множество родов вагонов. Уравнение (12) показывает, что рассчитанная в плане общая плата за использование инованов не превышает накопленного сальдо за все этапы планирования $\Delta_S(t_j)$.

Отличия постановки от типичной модели транспортной задачи заключаются в следующем. Каждый из вагонов иностранных владельцев имеет индивидуальные свойства, существенные при планировании (время пребывания на чужой территории, установленный режим срочного возвращения со штрафом за нагрузку и т. п.). Неоднородность средств перевозок делает невозможным непосредственную формализацию и использование методов решения транспортной задачи. Предложено расширить пространства состояний (инован – станция), которые дают возможность применить известные методы оптимального планирования [2].

Модель планирования имеет также отличие в расчете матрицы коэффициентов эксплуатационных расходов, что учтено в уравнениях

$$\tilde{C}_{ij} = \tilde{e}_{ij1} + \tilde{e}_{j2} + \tilde{e}_{j3} + \tilde{e}_{j4} + \tilde{q}_{ij} + h_{ij}, \quad (13)$$

где \tilde{e}_{ij1} – эксплуатационные расходы по передвижению порожнего вагона с пункта до станции погрузки B_j ;

\tilde{e}_{j2} – эксплуатационные расходы по погрузке;

\tilde{e}_{j3} – эксплуатационные расходы по передвижению вагона от станции погрузки к станции выгрузки;

\tilde{e}_{j4} – эксплуатационные расходы по выгрузке груза;

\tilde{q}_{ij} – дополнительные эксплуатационные расходы для инованов;

h_{ij} – дополнительные штрафные выплаты в режиме срочного возвращения. Наличие этих дополнительных факторов отражается в соответствующих коэффициентах знаком $\tilde{}$, когда $\tilde{}$ – каждый из отмеченных показателей. Представление составляющих, h_{ij} отвечает требованиям правил [1].

Для решения задачи планирования непосредственно не могут быть применены известные методы [5], предназначенные для модели транспортной задачи, что обусловлено ограничениями (9)–(10).

Список литературы

- 1 **Форд, Ф.** Потоки в сетях / Ф. Форд, П. Фалкерсон – М. : Наука, 1973. – 334 с.
- 2 Математические методы исследования операций / Ю. М. Ермолев [и др.]. – Киев : Высшая школа, 1979. – 312 с.
- 3 **Тишкин, Е. М.** Информационно-управляющие технологии эксплуатации вагонного парка / Е. М. Тишкин // Тр. ВНИИАС. Вып. 4. – М., 2004. – 184 с.
- 4 **Скалозуб, В. В.** Модели и методы для решения обобщенной транспортной задачи с учетом интересов множества собственников грузовых вагонных парков / В. В. Скалозуб, О. В. Солтысюк // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Вып. 6. – Днепропетровск, 2005. – С. 70–77.
- 5 Прогнозирование показателей движения вагонов иностранных собственников на основе нечетких моделей исходных данных / В. А. Андрущенко [и др.] // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна. – Вып. 1. – Днепропетровск, 2003. – С. 84–90.
- 6 **Дзюбин, Г. Н.** Введение в прикладную теорию игр / Г. Н. Дзюбин, В. Г. Суздаль. – М. : Наука, 1984. – 334 с.

Получено 15.10.2006

V. V. Skalozub, O. V. Soltisuk, K. S. Foksha, M. S. Cherednichenko. Mathematical modelling of processes of exploitation of carload parks of various patterns of ownership.

The advanced models of a transport task, task about transportation, of some others streaming tasks in which existence of many owners of means of transportations are submitted and investigated. It is marked, that the formalism of a transport task does not cover some essential properties and means of transportation, important for planning, for example, concerning the property rights. Forms of introduction at model of characteristics of carriers of a stream, models of compromises which adjust distribution of the profit and charges are offered. Statement and mathematical model of a task of optimum planning of transportations is submitted by cars of inventory park, the cars belonging to the enterprises, and foreign cars. Statement of a task of regulation by carload parks under condition of parity calculations between railway both administrations and ways of realization of administrative decisions is given at regulation by carload parks.