

УДК 656.225

**В.А. Павлюченко**  
**Л.В. Шило**  
**И.В. Павлова**  
**Т.А. Павлова****ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРОЖНИМИ  
ВАГОНПОТОКАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАДАЧ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,  
e-mail:opgd@snu.edu.ua

*В статье рассмотрен процесс оптимизации вагонопотоков на основе решения задач векторной оптимизации с целью построения системы управления, позволяющей путем использования априорной информации на основе оперативно поступающих сведений выработать оптимальные решения по распределению порожних вагонов между станциями.*

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, порожние вагонопотоки, принятие решений, математическая модель, задача векторной оптимизации.

Проблема совершенствования управления вагонопотоками и повышения эффективности грузового вагонного парка, несмотря на развитие программно-информационных комплексов, является нерешенной.

Поэтому одной из главных задач, предусмотренных в программе реструктуризации Укрзализныци на 2008 – 2013 годы, является развитие существующих и разработка новых наукоемких информационных технологий управления вагонопотоками.

Об актуальности создания на уровне полигона дирекции перевозок систем управления вагонопотоками, которые позволяют на основе априорной и текущей информации выработать оптимальные решения в реальном масштабе времени, свидетельствуют многочисленные исследования в Украине и за рубежом.

При этом значительную трудность представляет задача определения критериев оптимальности управления вагонопотоками в оперативных условиях. Оценить функционирование транспортных подразделений одним критерием не всегда возможно, так как в организации вагонопотоков часто необходимо учитывать противоречивые стороны производственной деятельности.

По сути, проблема эффективности управления вагонопотоками является многокритериальной.

Кроме того, для принятия наиболее эффективных решений необходимо обработать данные о состоянии транспортной системы и перевозочного процесса при соблюдении жестких временных ограничений. В этих условиях задача выбора оптимального варианта оперативного воздействия на систему предъявляет высокие требования к технической, информационной и математической основе организации управления процессом перевозок.

Исследователи подчеркивают необходимость изучения неравномерности поступления порожних вагонов, что существенным образом улучшит использование перевозочных средств. Процесс поступления порожних вагонопотоков на пункты перехода описываются временными рядами, представляющими собой множество наблюдений, фиксируемых последовательно во времени.

Анализ задач распределения вагонопотоков показал, что по своему содержанию задача оперативного распределения вагонопотоков является многокритериальной, прежде всего, из-за системы противоречивых требований, которые необходимо учитывать при планировании работы предприятий железнодорожного транспорта [3].

На уровне полигона дирекции перевозок главными факторами, которые отражают компромиссный характер задачи, является – возможности своевременного выполнения заявок на погрузку вагонов для всей группы станций при ограниченном числе поступающих по стыкам вагонов. При этом должны учитываться тип вагонов, категория годности вагонов,

территориальная распределенность фронтов погрузки. Для станции требования повышение статической нагрузки, снижение расходов на подготовку и ремонт вагонов, уменьшение непроизводительных простоев, учет особенностей сложившейся ситуацией – также являются противоречивыми. [4].

Таким образом, наличие множеств пунктов направления вагонопотока, показателей оценки рационального плана распределения (целей), условий реализации оперативной задачи свидетельствует о ее векторном характере. Как и другим задачам оптимизации присущи определенные особенности методов ее решения.

Поиск решений данных задач обусловлен возрастающей сложностью систем, явлений и процессов на транспорте, которые становятся объектом оптимизационных исследований. Необходимостью все более полного учета условий эксплуатации и связей между компонентами систем заключается в формализации задач векторной оптимизации, элементами выбора решений которой являются:

- $U$  – множество переменных, значения которых разыскивают (векторы управлений),
- $Z$  – множества векторов параметров, которые не контролируются,
- $V$  – множество векторов внешних воздействий,
- $Y$  – множество выходных переменных, зависимых от векторов  $U$ ;
- $M$  – математическая модель ситуации выбора, устанавливающая связи между множествами  $U, Z, V, Y$ ;
- $D$  – ограничения на множества  $U, Y$ ;
- $F$  – векторный критерий, с помощью которого оценивают свойства решений в зависимости от заданных управлений.

Модель задачи принятия решений (ПР) может быть описана с помощью отображения вида

$$\Phi : Z \times U \times V \rightarrow Y \quad (1.1)$$

В зависимости от свойств отображения  $\Phi$  (1.1) существуют различные типы математических моделей задач ПР [1]. Задача ПР возникает тогда, когда возможное управление не единственно.

Обозначим через  $X$  множество альтернатив для вектора управлений – совокупность значений вектора  $U$ , которые удовлетворяют ограничениям задачи  $D$ . Следует учитывать неформальный, эвристический элемент векторной задачи ПР, связанный с формулировкой моделей цели  $F$ . Проблемы задания множества  $F$  [2] и обоснования свойств их компромиссов [2] составляют важную часть методов векторной оптимизации.

На практике наиболее распространены постановки задач векторной оптимизации, в которых сравниваются решения  $x$  на основе числовых функций (частных критериев, показателей качества или эффективности). При этом минимизируют вектор-функции вида

$$F(x) = \begin{pmatrix} F_1(x) \\ F_2(x) \\ \dots \\ F_m(x) \end{pmatrix} \rightarrow \min, \quad (1.2)$$

при условии  $x \in X \subseteq R^n$  с учетом элементов отображения  $\Phi$  (1.1). При этом считается, что каждый  $x$  полностью характеризуется соответствующей векторной оценкой  $y = F(x)$ . Поэтому выбор оптимального решения из множества  $X$  может быть представлен как выбор оптимальной оценки из множества

$$y = F(X) = \{y \in E^m : y = F(x), x \in X\} \quad (1.3)$$

где  $E^m$  –  $m$ -мерное числовое, критериальное пространство. Решение задачи (1.2) без информации о предпочтении сторон, принимающих решения, не возможно [3]. Как правило,

описание предпочтений частных критериев (1.2) выполняется предварительно на множестве всех оценок  $\tilde{y} : y = F(X)$ . На практике для описания предпочтений  $\{F_j(x)\}_m$  используют коэффициенты важности, бинарные отношения [2], или функции ценностей.

Большинство моделей и методов векторной оптимизации учитывает решения однокритериальных задач оптимизации для частных показателей

$$y_j^* = F_j(x^*) = \min_{x \in X} F_j(x) \quad (1.4)$$

Задача принятия компромиссного решения возникает тогда, когда решения для отдельных  $F_j(x)$  (1.4) не совпадают.

Условия существования и свойства множеств компромиссно-оптимальных решений (в частности, Парето-оптимальных решений [3]) составляют важную часть исследований задач векторной оптимизации.

При использовании математических моделей, аналогичных вышеописанной и предназначенных для построения систем управления были получены наиболее обнадеживающие результаты.

Вопрос о решении проблемы управления вагонопотоками с учетом существующих разработок до сих пор остается открытым. Таким образом, целью дальнейших исследований является поиск решения оптимального распределения порожних вагонопотоков с использованием системы их учета и регулирования.

Для достижения поставленной цели исследовать следующие научные задачи:

- выполнить анализ вагонопотоков с учетом их суточной и внутрисуточной неравномерности;
- обосновать и разработать систему математических моделей для анализа и прогнозирования параметров вагонопотоков;
- выполнить исследование задачи оперативного распределения вагонопотоков на полигоне дирекции перевозок при различных видах исходной информации, в том числе с учетом ее стохастических свойств и необходимости корректировки плана, а также с учетом вектора приоритетов пунктов погрузки.

### **Выводы**

Для дальнейшего совершенствования организации перевозочного процесса на железных дорогах Украины необходима разработка совокупности математико-технологических моделей и соответствующих методов их реализации, обеспечивающих оптимальное оперативное управление вагонопотоками. Т.е. первоочередной является задача построения системы управления, которая позволяет путем использования априорной информации на основе оперативно поступающих сведений вырабатывать оптимальные решения по распределению порожних вагонов между станциями.

### **Список литературных источников.**

1. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях / Вопросы анализа и процедуры принятия решений. Сб. перев.– М.: Мир, 1975. С. 172–215.
2. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. – М.: Наука, 1986, - 294 с
3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М.: Радио и связь, 1981.- 540с
4. Тулупов Л.П., Шапкин И.Н., Гусятинер А.М. Оперативное распределение порожних вагонов под погрузку // “Вестник ВНИИЖТ”, Транспорт, 1986.–№11.