

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОПТИМИЗАЦИИ  
МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

MATHEMATICAL METHODS IN OPTIMIZATION OF  
MULTIMODAL TRANSPORTATION

Кузиев А. У., доцент Термезского государственного университета  
Махсумов И.А., ассистент Ташкентского государственного  
транспортного университета

Научный руководитель - Саматов Г.А., д.э.н., профессор Ташкентский  
государственный транспортный университет, г.Ташкент, Узбекистан  
**transportlogistikasi@mail.ru**

Kuziev A. U., docent of Termez State University.

Makhsumov I.A. assistant of Tashkent State Transport University  
Scientific supervisor - Samatov G.A., Doctor of Economics, Professor  
Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. в статье анализируется значение и проблемы удобного  
распределения потоков в транспортных сетях и логистики в  
экономике. Также рассмотрена проблема использования теории  
графов и динамического программирования для своевременного  
определения товаропотоков в регионе, эффективного использования  
малозатратных автомобильных, железнодорожных и речных  
транспортных средств и сетей.*

*Abstract. the article analyzes the importance and problems of convenient  
distribution of flows in transport networks and logistics in the economy.  
Also, the problem of using graph theory and dynamic programming in  
determining the flow of goods in the region in a timely manner, efficient use  
of low-cost road, railway and river transport means and network was  
considered.*

*Ключевые слова. транспорт, автомобильный,  
железнодорожный, речной, сетевой, теория графов, динамическое  
программирование, оптимизация, грузовые перевозки.*

*Keywords. transport, automobile, railway, river, network, graph  
theory, dynamic programming, optimization, freight transportation.*

**Введение.** В современном мире, где глобальная торговля и логистика играют важную роль, оптимальное распределение грузопотоков по транспортным сетям, повышение эффективности транспортной системы и ускорение взаимного влияния всех отраслей экономики требуют постоянного опережающего развития и обновления транспортный сектор. В связи с этим в развитых странах мира особое внимание уделяется вопросам, связанным с оптимальным распределением грузопотоков в транспортной сети и их развитием [1].

**Основная часть.** В современных условиях развитие рыночных отношений становится все более очевидным на новых этапах. Поэтому существует необходимость комплексного обеспечения конкурентоспособности экономики Республики Узбекистан и отдельных ее отраслей.

В экономической практике при доставке товаров используются новые методы и технологии, а именно логистика. Технический прогресс в области связи и связи сыграл важную роль в создании объективных возможностей для развития логистики. Таким образом, сегодня на первый план постепенно выходит поиск возможностей снижения издержек производства, в том числе транспортных.

Цель исследования – моделирование процессов управления цепочками поставок. Объектом исследования являются логистические системы региона.

Актуальность темы исследования определяется необходимостью поиска оптимальных схем доставки грузопотоков, которые позволят снизить транспортные издержки предприятий и одновременно повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Методы исследования – динамическое программирование, математическое моделирование, анализ.

Научная новизна исследования заключается в синтезе использования различных моделей графовой оптимизации при решении задач транспортной логистики.

Для поиска выгодного варианта применяются математические модели, основанные на использовании первичных данных, таких как транспортная сеть, отражающая транспортные связи между пунктами отправки товаров и их получения. Среди таких моделей наиболее распространенными на практике являются сетевые графы. Графы состоят из множества конечного числа точек, состоящих из вершин графов и дуг, соединяющих вершины графов [3]. Использование графических моделей при решении оптимизационных задач удобно и легко создавать алгоритмы получения решения заданной задачи, обеспечивает точность и позволяет использовать компьютерные средства при их решении.

Вершины размещаются первыми при моделировании транспортной сети. В качестве вершин графа определены пункты производства и приема грузов, центры крупных населенных пунктов и отдельные населенные пункты. Вершины с транспортными связями соединяются взаимно направленными дугами.

Перевозкой считается процесс, происходящий на нескольких видах транспорта, например автомобильном, железнодорожном и речном транспорте. Оператор мультимодальной перевозки имеет возможность выбирать поставщиков от производителя или первоначального отправителя до своих потребителей, то есть до конечного пункта назначения. При комплексном планировании курса учитываются все аспекты организации процесса тишиш, в том числе:

- оценка стоимости услуги каждого перевозчика;
- изучаются возможности и ограничения географического расположения грузоотправителя, железнодорожного, речного транспорта, грузополучателей с точки зрения транспортного сообщения;
- анализ затрат на перегрузку груза;
- с учетом времени доставки.

В модельной схеме задачи запланированы четыре участка маршрута, на которых выполняются три перегрузочные операции (рис.

1): от отправителя - до железнодорожной станции Б или С. показано, следующий участок - железнодорожные перевозки от железнодорожной станции. Б или С до речного порта Д или Е, следующий участок - железнодорожный транспорт от станции Б или С до речного порта Д или Е, далее из порта Д или Е на реку в транспорте в порт F или G, последний участок - из порта F или G потребителю Н на автомобильном транспорте.

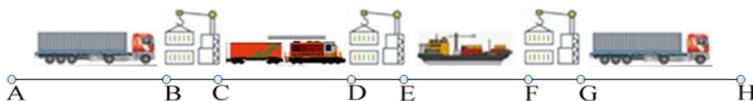


Рисунок 1. Схема перевозки с участием различных видов транспорта.

В данной транспортной схеме можно организовать оператора мультимодальной перевозки в одном из узлов В или С, D или Е, F или G, в котором общие затраты на перевозку должны быть минимальны. В качестве критерия оптимальности используются другие показатели, например, сроки поставки и т.п. другие приемлемы.

С помощью динамического программирования необходимо описать многоэтапный процесс принятия решений, чтобы сформулировать математическую модель поиска решения задачи оптимального маршрутизации мультимодальной перевозки (рисунок 2).

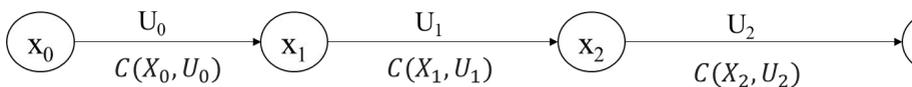


Рисунок 2. Схема многоэтапного процесса принятия решений.

Пусть система находится в состоянии  $X_0$ . После принятия решения  $U_0$  при выполнении задачи система переходит в состояние  $X_1$  где стоимость решения относительно решения задачи равна  $C(X_0, U_0)$ . С точки зрения схемы перевозки с участием разных видов транспорта (рис. 1) ситуация  $X_0$  — отправитель груза в точке А, решение  $U_0$  — использовать первый автомобильный транспорт в

точку Б. или С. Тогда система находится в состоянии  $X_1$  на станции В или С. После получения результата решения  $U_1$  система переходит в состояние  $X_2$  (соответствует перевозке железнодорожным транспортом на станцию Д или Е), где стоимость решения относительно решения задачи равна  $C(X_1, U_1)$ . Этот процесс продолжается до последнего состояния  $X_4$  – до момента доставки груза потребителям.

**Заключение.** В заключение следует отметить, что для разработки оптимального решения подобных многоуровневых задач используются методы динамического программирования. Использование этого метода и принципа оптимальности Беллмана обеспечивает большую гибкость с точки зрения возможности включения в модель различного типа задач и возникновения непредвиденных обстоятельств. Основная идея метода Беллмана — свести сложную задачу к относительно простым однотипным задачам.

#### Литература

1. Kuziyev, A. U., & Makhsumov, I. (2023). Planning for the timely delivery of cargo flows on international routes. *International Journal*, 2(6).

2. Kuziev, A. U. (2022). Methodology of development of the regional road network.

3. Kuziev, A.U., & Urokov, A.A. Development of Multimodal Transport Network in the Region. *International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology*, 1(7), 42-46.

4. Kuziev, A., Juraev, M., Yusufkhonov, Z., & Akhmedov, D. (2023, March). Application of multimodal transportation in the development of future flows of the region. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2612, No. 1). AIP Publishing.

5. Kuziev, A.U., & Shermukhammedov, A. A. (2022). Methodology of regional road network development. *Innovative Technologies*, 3(3 (47)), 59-65.

Представлено 15.11.2024