

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Национальный транспортный университет

Приведенное в статье описание модели комплексных перевозок в транспортных системах дает возможность системно подойти к задаче оптимизации транспортных перевозок по комбинированной схеме с учетом всего спектра ограничений, существующих в системах подобного рода. Матричное представление перевозочного процесса, в свою очередь, позволяет описать его в виде соответствующей математической модели и применить при ее анализе методы и средства современных информационных технологий.

Введение

Современное состояние экономики передовых стран мира в настоящее время не мыслится без соответствующего высокого уровня развития их транспортных систем (ТС), предназначенных, в первую очередь, для удовлетворения потребностей народного хозяйства этих стран в экономичных перевозках пассажиров и грузов. Причем, наметившаяся тенденция мировой экономики к транснациональному проникновению и объединению [1], предъявляет дополнительные требования к ТС по совместному использованию различных видов транспорта и, как следствие этого, повышению оперативности осуществления перевозок разнородных грузов. Исходя из того, что примерно 80% всего мирового объема перевозок пассажиров и грузов [2] припадает на авиационный, автомобильный и железнодорожный виды транспорта, попробуем представить перевозочный процесс этих видов транспорта в виде обобщенной модели комплексных транспортных перевозок.

Представление процесса комплексных транспортных перевозок

Предположим, что мы имеем ряд аэропортов-аэродромов (а/п) – m и ряд городов - населенных пунктов (н/п) – n , которые соединены между собой соответствующими кратчайшими транспортными коммуникациями. Представим расположение этих объектов и их связей в виде графа (рис.). Следует отметить тот факт, что кратчайшие пути между н/п и от н/п

до ближайшего а/п могут выполняться как автомобильным, так и/или железнодорожным транспортом.

В одних н/п $\{B_1^+, B_2^+, \dots, B_n^+\}$ имеются запасы k -видов груза, соответственно, в объемах $\{b_{11}^+, b_{12}^+, \dots, b_{ij}^+, \dots, b_{nk}^+\}$, а в других н/п $\{B_1^-, B_2^-, \dots, B_n^-\}$, требуются эти грузы в объемах, соответственно, $\{b_{11}^-, b_{12}^-, \dots, b_{ij}^-, \dots, b_{nk}^-\}$. В первом случае эти н/п называются *поставщиками*, а во втором – *потребителями* грузов, причем один и тот же н/п может одновременно выступать как в роли *поставщика* одного вида груза, так и в роли *потребителя* другого вида груза. (Здесь первый нижний индекс i означает н/п, а второй нижний индекс j – вид груза, имеющийся в указанном н/п при верхнем индексе равном '+', и требующийся в указанном н/п при верхнем индексе равном '-'). В общем случае задача состоит в доставке (по возможности) всех объемов $\{b_{11}^+, b_{12}^+, \dots, b_{ij}^+, \dots, b_{nk}^+\}$ k -видов груза от поставщиков $\{B_1^+, B_2^+, \dots, B_n^+\}$ к их потребителям $\{B_1^-, B_2^-, \dots, B_n^-\}$, соответственно, в объемах $\{b_{11}^-, b_{12}^-, \dots, b_{ij}^-, \dots, b_{nk}^-\}$ (также, по возможности). Причем суммарные объемы по каждому из k -видов груза, находящихся у всех поставщиков, могут не совпадать с суммарными заявками на эти же самые виды груза у всех их потребителей.

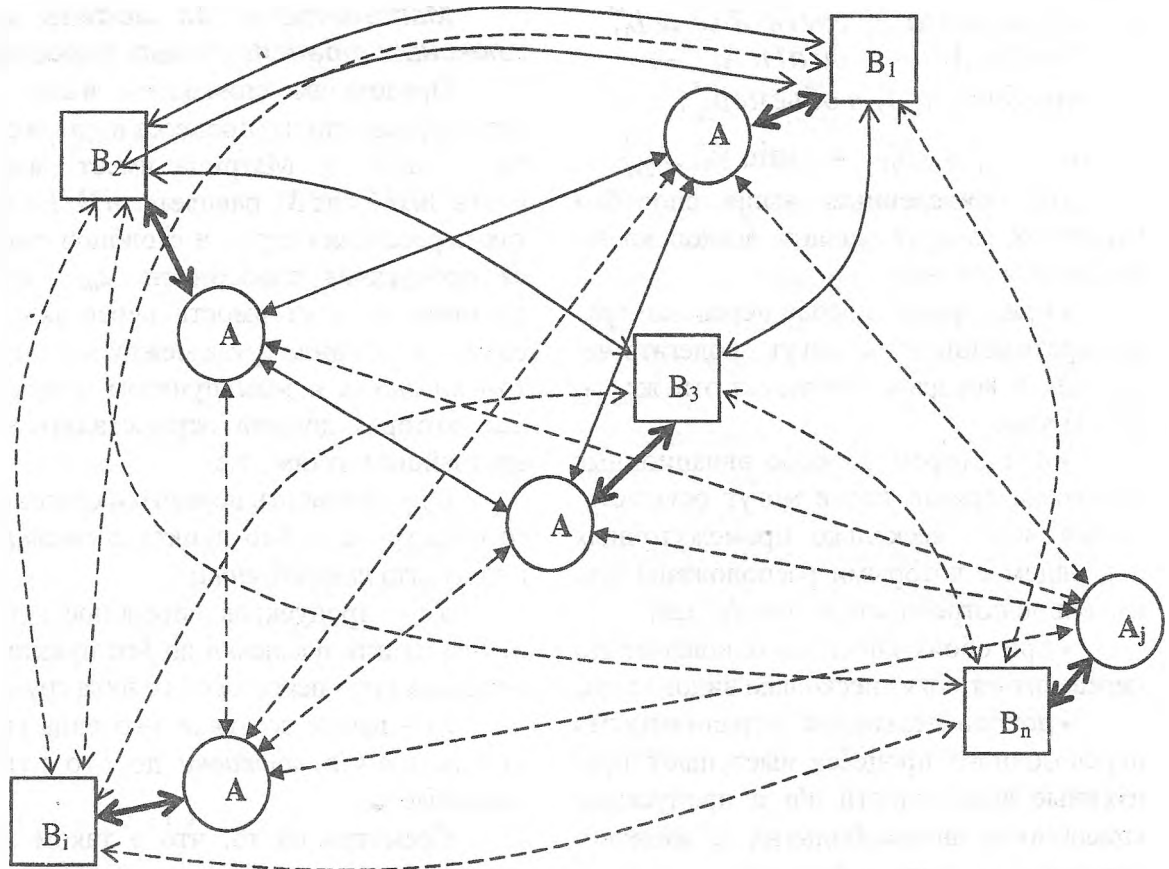







Рис. 1. Графическое представление комплексных транспортных перевозок

-  – обозначение j -го а/п ($j = \overline{1, m}$);
-  – обозначение i -го н/п ($i = \overline{1, n}$);
-  – авиалинии между а/п;
-  – кратчайшие пути между н/п;
-  – кратчайшие пути от н/п до ближайшего а/п;

Показателями качества перевозок в таких ТС являются время и стоимость их выполнения, причем первый показатель мы вынесем в ограничения задачи, а второй показатель будет выступать в качестве критерия оптимизации.

Следует отметить при этом тот факт, что перевозочный процесс при такой исходной постановке транспортной задачи может осуществляться двумя способами:

1-й способ – перевозки осуществляются с помощью автомобильного и/или железнодорожного транспорта непосред-

ственно от поставщика одного из k -видов груза к его потребителю, т.е. к примеру (см. рис. 1):

от поставщика B_1^+ груз в объёме b_{11}^{+*}
 \rightarrow к потребителю B_3^- в объёме b_{31}^{-*} ;

где: $b_{11}^{+*} = b_{31}^{-*} = \min(b_{11}^+, b_{31}^-)$; знак \rightarrow означает процесс перемещения;

2-й способ – перевозки осуществляются с помощью авиационного транспорта из ближайшего к поставщику одного из k -видов груза а/п до ближайшего к потребителю этого вида груза а/п, т.е. к примеру (см. рис. 1):

Математически задача осуществления комплексных транспортных перевозок l -ых видов груза ($l = \overline{1, k}$) от i -ых пунктов поставки ($i = \overline{1, n}$) до j -ых пунктов потребления ($j = \overline{1, n}$) сводится к нахождению таких объемов перевозок x_{ijl} , которые удовлетворяли бы следующим ограничениям:

$$\sum_{j=1}^n x_{ijl} \leq b_i^+$$

для ($i = \overline{1, n}; l = \overline{1, k}; i \neq j$), (1)

т.е. вывезено из каждого i -го пункта поставки во все j пунктов потребления l -го вида груза должно быть не больше, имеющегося у него объема этого l -го вида груза b_i^+ ;

$$\sum_{i=1}^n x_{ijl} \leq b_j^-$$

для ($j = \overline{1, n}; l = \overline{1, k}; i \neq j$), (2)

т.е. доставлено в каждый j -ый пункт потребления из всех i пунктов поставки l -го вида груза должно быть не больше, чем заявленный им объем этого l -го вида груза b_j^- ;

$$x_{ijl} \leq d_{ijl}$$

для ($i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; l = \overline{1, k}; i \neq j$), (3)

т.е. перевозимый груз не должен превышать пропускных способностей транспортных коммуникаций ТС;

$T \geq t_{ijl}$ для ($i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; l = \overline{1, k}; i \neq j$), (4)

т.е. время доставки любого груза не должно превышать определенного заданного времени T ;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^k x_{ijl} \times c_{ijl} \Rightarrow \min$$

для ($i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; l = \overline{1, k}; i \neq j$), (5)

при $x_{ijl} \geq 0$, (6)

т.е. стоимость суммарных неотрицательных перевозок всех грузов должна быть минимальной.

Выводы

Приведенное в статье описание модели комплексных перевозок в ТС дает возможность системно подойти к задаче оптимизации транспортных перевозок неоднородных грузов по комбинированной схеме использования различных видов транспорта (авиационного, автомобильного и железнодорожного) с учетом всего спектра ограничений, существующих в системах подобного рода. Матричное представление перевозочного процесса, в свою очередь, позволяет описать его в виде соответствующей математической модели (1)-(6) и применить при ее анализе методы и средства современных информационных технологий [4].

Совместное использование при решении задачи комплексных транспортных перевозок таких методов как:

- методы сведения не сбалансированных по объемам перевозок ТС к закрытому виду [5];
- методы устранения вырожденности перевозок в ТС [6];
- методы нахождения кратчайших путей в сетевых моделях ТС [7];
- методы решения транспортных задач о назначениях [8];
- методы оптимизации перевозок неоднородных грузов при наличии ограничений на пропускные способности коммуникаций и самих транспортных пунктов, а также ограничений на время перевозок [9, 10, 11]
- позволит значительно более эффективно организовать перевозочный процесс.

Список литературы

1. Акуленко А.А., Кранц Й.М., Левчук М.Н. МТК ТРАСЕКА (Европа-Кавказ-Азия) у світовій транспортній системі та існуюча географія перевезень // -К.: Вісник ТАУ, УТУ. - 2002. - № 7. - С. 254-258.

2. Головніна О.Г., Горілий С.В. Аналіз ринку вантажних автомобільних перевезень в Україні // К.: Вісник ТАУ, УТУ. – 2003. – № 8. – С. 164-167.
3. Прокудин Г.С., Чичирко А.Н. Один из подходов к проблеме составления расписания движения воздушных судов // Труды 5-ой Украинской конференции «Автоматика-98». – К.: Изд-во НТУУ «КПИ», 1998. – С. 257-262.
4. Четверухін Б.М. Дослідження операцій в транспортних системах. Частина I. Методи лінійного програмування та їх застосування. – К.: УТУ, 2000. – 91 с.
5. Прокудин Г.С., Білоус С.А. Оптимізація перевезок при несбалансованості транспортної системи // Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти: Зб. наукових праць VII Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: Вид-во ЄУФІМБ. – 2002. – С. 13-17.
6. Прокудин Г.С., Чініга О.Г. Деякі підходи до рішення неklasичної транспортної задачі // Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти: Зб. наукових праць VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: Вид-во ЄУФІМБ. – 2003. – С. 277-283.
7. Прокудин Г.С. Модифікація методу Дейкстри стосовно розв'язання сітьових транспортних задач // К.: Вісник ТАУ, УТУ. – 2002. – № 7. – С. 195-198.
8. Прокудин Г.С., Білоус С.О. Комбінаторний спосіб рішення транспортних задач про призначення // Безпека дорожнього руху України, № 3-4(16). – К.: ТОВ «Журнал «Радуга». – 2003. – С. 105-108.
9. Прокудин Г.С., Білоус С.О. Один з підходів до вирішення сітьової транспортної задачі // Безпека дорожнього руху України. – К.: ТОВ «Журнал «Радуга». – 2003. – № 1-2(15). – С. 52-56.
10. Прокудин Г.С., Ящук О.В. Оптимізація перевезень на транспортній мережі з обмеженнями на пропускні спроможності комунікацій // Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», № 69. – К.: Вид-во НТУ, 2003. – С. 123-129.
11. Прокудин Г.С., Дзюба О.М. Використання методу транспортних потенціалів при плануванні перевезень за критерієм часу // Безпека дорожнього руху України, № 3(18). – К.: ТОВ «Журнал «Радуга». – 2004. – С. 57-64.