

---

УДК 656.212

*A.B. МУХАМЕТЖАНОВА, Ж.Д. КАРТБАЕВА*

## **ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ НА ТРАНСПОРТЕ**

(Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева)

Рассмотрена классификация задач формирования грузовых и пассажирских корреспонденций и экономико-математической модели их решения.

**Ключевые слова:** Транспорт, корреспонденция, перевозочный процесс, груз, пассажир, общетранспортный узел, модифицированная модель.

Применительно к грузовым и пассажирским перевозкам магистрального транспорта централизованное формирование корреспонденций предполагает определение рациональных, а если возможно – оптимальных транспортных связей, когда объем грузов и количество пассажиров уже известен. Когда процесс формирования потоков нельзя представить полностью централизованно управляемым, то приходится иметь дело с самоорганизацией потоков. Таким образом, задача формирования потоков делится на классы: распределения и самоорганизации. Здесь в один и тот же класс могут попасть разнородные задачи: планирование железнодорожных (по всем видам грузов), морских, автомобильных (массовых) вне- и внутригородских – в класс распределения перевозок; планирование железнодорожных пассажирских, воздушных, автомобильных внутри- и внегородских перевозок – в класс самоорганизации.

Поэтому, чтобы определить корреспонденцию  $Q_{ij}$ , необходимо сформировать транспортные пары  $i$  и  $j$  и найти объемы перевозок и их структуру. В общем виде  $i$  - представляет поле зарождения перевозок,  $j$  - поле погашения перевозок и эта структура называется потребительским полем. Формирования транспортных пар ( $i, j$ ), объемов и структуры корреспонденций зависит от факторов, определяющих свойства потребительского поля, которые можно разделить на 2 группы:

I – топологические, связанные с плотностью потребительского поля и взаимным расположением его элементов;

II – генетические, связанные с характером возникновения пунктов зарождения и погашения перевозок.

Для I группы характерны две ситуации:

- первая, при которой потребительское поле сильно разряжено, что позволяет формировать потоки  $Q_{ij}$  изолированно друг от друга, не учитывая их взаимовлияния (перевозка пассажиров железнодорожным или воздушным транспортом);

- вторая, когда потребительское поле достаточно плотное (значительное число пунктов зарождения или погашения).

В I группе возникают преимущественно задачи распределения, а во II – задачи самоорганизации, хотя могут возникнуть комбинированные случаи.

Исходя из этих положений, задачи планирования корреспонденций можно разбить на 4 класса со свойствами, указанными в табл.1.

Таблица 1.

Характер факторов расселения	Первая ситуация - $Q_{ij}$ планирует изолированно (сильно дискретное потребительское поле – разряженное)	Вторая ситуация - $Q_{ij}$ планирует не изолированно (слабо дискретное потребительское поле – плотное)
Все факторы известны (детермированы)	Класс 1 Задачи отыскания оптимальных транспортно-экономических связей	Класс 3 Задачи планирования неизолированных корреспонденций при недетермированных факторах расселения
Есть случайные факторы	Класс 2 Задачи планирования изолированных корреспонденций при наличии случайных факторов расселения, определяющих спрос на перевозки	Класс 4 Задачи планирования неизолированных корреспонденций при недетермированных факторах расселения

К 1 классу можно отнести задачи отыскания оптимальных способов прикрепления поставщиков к потребителям при планировании железнодорожных и автомобильных вне- и внутригородских перевозок грузов;

Ко 2 классу относятся задачи планирования пассажирских железнодорожных (пригородные и дальние), воздушных, морских, автомобильных внегородских перевозок.

Задачи 3 класса включают определение трудовых корреспонденций в городских транспортных системах, когда места приложения труда, их емкости и размещения кадров выявлены априори.

К 4 классу относится формирование пассажирских корреспонденций в городских транспортных системах по всем видам поездок: трудовым, культурно-бытовым и рекреационным.

Поэтому при решении задач формирования корреспонденций, отнесенных к 1 классу, применяются модели – оптимизационные с критериями технико-экономического содержания; 2 класса – статистические (гравитационные), самых разных видов; 3 класса – также используют статистические (гравитационные), но модифицированные, усложненные по сравнению с моделями 2 класса; 4 класса – вероятностные (энтропийные).

Приведем примеры моделей перечисленных классов. Так, для определения транспортно-экономических связей на сети железнодорожного транспорта для тех групп грузов (1 класс), по которым разрабатываются балансы отправления и прибытия в территориальном разрезе страны используют классическую транспортную задачу линейного программирования. Она применяется в расчетах корреспонденций по таким массовым грузам, которые относятся к условно-однородным, типа лесных и хлебных грузов. Для определения корреспонденций по неоднородным, но взаимозаменяемым грузам (типа энергетических углей различной калорийности или химических удобрений с различным содержанием полезных веществ), для которых также разрабатываются территориальные балансы отправления и прибытия, используется распределительная задача, т.е. специальная задача линейного программирования транспортного типа. Заметим, что эти же оптимизационные модели применяются для определения схем нормальных грузопотоков, которые используются в текущем (годовом) планировании.

Формирование корреспонденций на сети железнодорожного транспорта для многономерных грузов (2 класс), по которым не составляют территориальные балансы (их доля в объеме отправления не превышает 20%), может быть осуществлено с помощью статистических моделей. К этому же классу относят и простейшие гравитационные модели, которые употребляются при решении задач планирования городских транспортных систем (энтропийные). В настоящее время они могут быть использованы в чистом виде только для задач, в которых потребительское поле имеет ярко выраженную дискретную структуру.

В классической форме этой модели предполагается, что искомые корреспонденции  $Q_{ij}$  между зонами (или центрами стоков)  $i$  с объемами выезда  $V_i$  и зонами (или центрами соков)  $j$  с объемами въезда  $D_j$  связаны зависимостью:

$$Q_{ij} = \gamma \frac{V_i D_j}{C_{ij}^2}, \quad (1)$$

где  $\gamma$  - некоторая константа;

$C_{ij}$  - расстояние между пунктами  $i$  и  $j$  или его аналог, например, затраты времени или стоимость передвижения между зонами  $i$  и  $j$ .

Примером модели класса 3 может служить модифицированная гравитационная модель, в которой обеспечиваются ограничения на  $Q_{ij}$ , связанные с балансом въезда и выезда:

$$\sum_j Q_{ij} = V_i, \sum_i Q_{ij} = D_j. \quad (2)$$

Например, если при моделировании трудовых поездок в городе можно задать емкости центров жилых массивов  $V_i$  и центров приложения труда  $D_j$ , то пассажиропоток между ними в виде корреспонденции  $Q_{ij}$  часто рассчитывается так:

$$Q_{ij} = A_i B_j V_i D_j f(C_{ij}), \quad (3)$$

где  $f(C_{ij})$  - функция, зависящая от стоимости поездки, которая либо задается для учета каких-либо предпочтений при выборе пары  $(i, j)$ , либо выявляется априори, например, в результате статистического обследования.

Часто в качестве  $f(C_{ij})$  используют среднее время передвижения  $t_{ij}$ , которое считается заданным при решении задачи (среднее время передвижения является более или менее стабильным показателем транспортной системы в каждом городе, а значит, может легко прогнозироваться).

Модифицированная таким образом гравитационная модель является не только обобщением классической гравитационной, но и следствием классической термодинамической модели максимизации энтропии вида:

$$\max_{Q_{ij}} \sum_{ij} Q_{ij} \ln \frac{\gamma_{ij}}{Q_{ij}}; \quad (4)$$

$$\sum_j Q_{ij} = V_i; \quad (5)$$

$$\sum_i Q_{ij} = D_j; \quad (6)$$

$$\sum_{ij} Q_{ij} C_{ij} = \overline{CN}; \quad (7)$$

$$Q_{ij} \geq 0. \quad (8)$$

Величины  $\gamma_{ij}$  определяются исходя из функций распределения поездок, например, по времени или удобству сообщений, специально построенных в результате статистических обследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система плановых расчетов на транспорте // Под ред. Б.С.Козина // М. Транспортт., 1981 г.,
2. Шелейковский Г.В. Транспортные основания композиции городского транспорта. С-Петербург, 1996 г.

A.B. МұХАМЕТЖАНОВА, Ж.Д. ҚАРТБАЕВА

КОЛІКТЕ ЖҮК ПЕН ЖОЛАУШЫ ҚАТЫНАСТАРЫН ҚАЛЫПТАСТАРЫРУ ПРИНЦИПТЕРИ

Мақалада жүк және жолаушы тасымалдауының мөлшерін анықтау есептерінің түрлері мен олардың есептеу үлгілері қарастырылған.

*A.B. MUHAMETZHANOVA, ZH.D KARTABEVA*

PRINCIPLES OF FORMATION OF FREIGHT AND PASSENGER TRANSPORT CORRESPONDENCE

Classification tasks of formation cargo and passenger correspondence and economic - mathematical models of their solutions are considered in the article.

**Сведения об авторах:**

1. Мухаметжанова А.В. (д.т.н., профессор Казахская Академия транспорта и коммуникаций)
2. Картбаева Ж.Д. (магистрант Казахская Академия транспорта и коммуникаций)