

УДК 656.078.13

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСФЕРНОЙ СИСТЕМЫ АВИАПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

© Гужа Е.Д., Скороход М.А., Романенко В.А.

e-mail: e.guzha@ya.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Решение о формировании трансферной системы на базе узлового аэропорта (хаба) и хабообразующей авиакомпании, с целью повышения экономической эффективности перевозочной деятельности, должно приниматься после предварительного технико-экономического анализа, результаты которого позволяют выбрать наилучший вариант проектируемой системы.

Привлекательность хаба в роли пересадочного пункта обеспечивается, если авиакомпании удаётся предложить пассажирам перевозку со сбалансированным временем пребывания в хабе, исключающим неприятно длительное ожидание, но при этом достаточным для гарантированной пересадки на стыковочные рейсы. Число действительных трансферных пассажиров, т.е. тех, которые не откажутся от перевозки, найдя время пребывания в хабе приемлемым, будет меньше числа потенциальных пассажиров. Это означает, что величина доходов, полученных системой от перевозки действительных трансферных пассажиров в течение некоторой волны прибытий-отправлений [1], будет меньше величины доходов, которые могла бы получить система от перевозки всех потенциальных пассажиров в течение той же волны. Повысить величину «действительных» доходов, приблизить её к «потенциальным», позволяет оптимизация параметров расписания, состоящая в определении таких моментов времени прибытия и отправления рейсов в рамках каждой волны, которые максимизируют величину «действительных» доходов. Проблема оценки эффективности трансферной системы сводится к определению величины доходов, на которые могут рассчитывать её организаторы в случае использования оптимально скоординированного расписания, формируемого с учетом ограниченных технических возможностей узлового аэропорта и предпочтений трансферных пассажиров в отношении времени пребывания в нём [2].

Решение оптимизационной задачи осложняется наличием неопределенности, вызванной, во-первых, стохастичностью перевозочных процессов и конъюнктуры авиатранспортного рынка и, во-вторых, недостатком знаний о проектируемой трансферной системе. Уровни потенциальных пассажиропотоков, величины тарифов на авиасвязях, временные характеристики технологических операций наземного обслуживания и численность ресурсов, выделяемых аэропортом для их выполнения, рассматриваются в единой, нечеткой, форме, что позволяет детализировать модель аэропортовых процессов при существенном упрощении вычислительных процедур.

Оценка эффективности трансферной системы авиаперевозок в условиях неопределенности предполагает наличие нечеткой модели процесса наземного обслуживания в хабе, устанавливающей связи между параметрами расписания движения самолётов, величинами продолжительности технологических операций наземного обслуживания, численности и производительности задействованных при их выполнении ресурсов, общей численности и производительности ресурсов аэропорта.

Для описания технологических процессов в хабеиспользуется модельный технологический график, содержащий операции, оказывающие наиболее существенное влияние на время наземной стоянки воздушного судна (ВС) [3]. Связи между моментами наступления основных событий модельного графика устанавливаются в рамках отдельной волны прибытий–отправлений, в течение которой в хаб прилетают, проходят обслуживание и вылетают K самолетов.

В качестве целевой функции задачи оптимизации расписания принимается дифференцируемая величина нечеткой суммы доходов \mathcal{C} от перевозки действительных трансферных пассажиров по всем авиасвязям $ij (i, j = 1, \dots, K)$:

$$\mathcal{C} = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K [\mathfrak{v}_{ij}^T \mathfrak{k}^T (t_j^d - t_i^a)] \cdot \mathfrak{e}_{ij}^T,$$

где \mathfrak{k}_{ij}^T – нечеткая доля пассажиров, воспользовавшихся трансферной перевозкой, от числа потенциальных пассажиров \mathfrak{v}_{ij}^T авиасвязи ij , зависящая от времени пребывания в хабе; t_i^a и t_j^d – оптимизируемые параметры, плановый (по расписанию) момент времени прибытия i -го нечеткий момент времени вылета j -го ВС, соответственно; \mathfrak{e}_{ij}^T – нечеткие трансферные тарифы на авиасвязи ij .

Максимум целевой функции достигается при оптимальных значениях параметров расписания, для определения которых используется нечеткая модель процесса наземного обслуживания в хабе [4]. Полученные при этом значения перевозки действительных трансферных пассажиров лишь на 11-20% ниже потенциально возможного их уровня. Оценка эффекта от оптимизации, полученная при сравнении оптимального расписания с традиционным не узловым, показывает более чем в 2 раза сниженный уровень «действительных» доходов. Проектируемая трансферная система вряд ли может быть признана эффективной без использования оптимизации расписания.

Для решения задачи применимы известные методы математического программирования, реализованные в доступном программном обеспечении персональных ЭВМ, таком как надстройка «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Excel, либо специализированный программный пакет IBM ILOG OPL.

Библиографический список

1. BURGHOUWT G., REDONDI R. Connectivity in Air Transport Networks: An Assessment of Models and Applications // J. of Transport Economics and Policy. – 2013. – Vol. 47(1). – P. 35–53
2. DANESI A. Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity: definition of a new index and application to a sample of European hubs // European Transport. – 2006. – Vol. 34. – P. 54–74.
3. Романенко В.А. Моделирование производственных процессов узловых аэропортов. – Саарбрюккен: «LAP LAMBERT Academic Publishing», 2012. – 283 с.
4. Гужа Е.Д., Романенко В.А., Скороход М.А. Нечеткая оценка эффективности трансферной системы авиаперевозок // Управление большими системами. Выпуск 77. М.: ИПУ РАН, 2019. С.219-260