

УДК 629.7.08 : 519.876.5

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЯ УЗЛОВОГО АЭРОПОРТА С УЧЕТОМ НАЛИЧИЯ РЕЙСОВ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ

Ямщикова А.Н., Романенко В.А.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара,
e-mail: yamsh.alina@gmail.com*

Решена задача оптимизации расписания узлового аэропорта, который авиакомпания использует в качестве пункта массовых пересадок пассажиров. Целью оптимизации является минимизация упущенной выгоды авиакомпании, вызванной отказом от перевозки некоторой доли потенциальных пассажиров, которые сочтут продолжительность пребывания в хабе неприемлемой [1].

Предполагается, что при формировании расписания хаба хабообразующая авиакомпания по своему усмотрению назначает время прибытия и отправления транзитных (и обратных) рейсов, выполняемых принадлежащими ей воздушными судами (ВС). Начальные и конечные рейсы выполняются ВС других перевозчиков, поэтому на их расписание хабообразующая авиакомпания влиять не может. Для обеспечения комфортного времени пребывания трансферных пассажиров в хабе, движению самолетов придается характер последовательных «волн» прилетов-вылетов [2]. Оптимизация состоит в определении на временном промежутке выбранной «волны» таких моментов времени прибытия и отправления транзитных и обратных рейсов, которые обеспечивают минимум убытков, возникающих из-за оттока потенциальных трансферных пассажиров за счет обеспечения комфортного времени пересадки.

Рассматривается «волна», в течение которой прилетают и вылетают N ВС. Прилетающие ВС обозначаются индексом i , вылетающие $-j$. Вводятся множества ВС, выполняющих начальные (J), конечные (I) и транзитные (K) рейсы. ВС выполняет транзитный рейс, если $i = j$, $i, j \in K$. задается время прилета t_i^A , $i \in I$, и вылета t_j^B , $j \in J$, «сторонних» ВС, а также численность начальных,

конечных, потенциальных трансферных пассажиров и тарифы на авиаперевозку.

Необходимо определить величины $t_i^A, t_j^B, i, j \in K$, минимизирующие упущенную выгоду, зависящую от времени стыковки, при учете ограничений на временные интервалы между взлетно-посадочными операциями и длительность наземного обслуживания ВС.

Решение задачи предполагает использование сетевых графиков, связывающих основные операции наземного обслуживания рейсов различных категорий, поскольку момент окончания подготовки ВС к вылету зависит не только от момента его прилета в хаб, но и от временных характеристик технологического графика наземного обслуживания.

На рисунке 1 представлен полученный модельный технологический график наземного обслуживания ВС, выполняющего транзитный рейс, включающий операции, в наибольшей степени влияющие на общую продолжительность обслуживания.

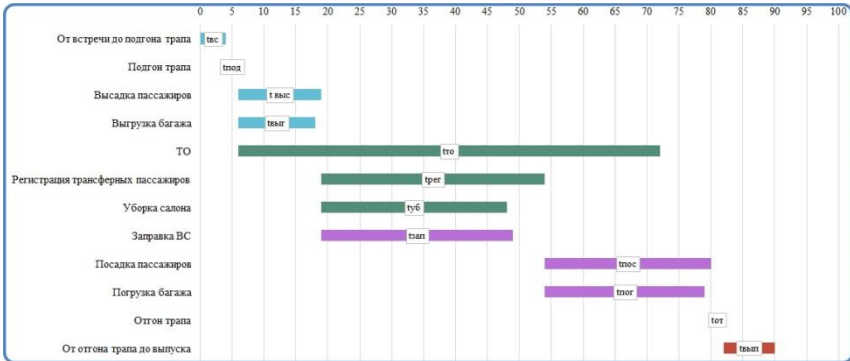


Рис. 1 Модельный технологический график обслуживания ВС

Задача оптимизации сводится к задаче математического программирования. Результатом решения является оптимальное расписание узлового аэропорта.

Например, при численности пассажиров, приведенной в таблице 1, получено оптимальное расписание, представленное в таблице 2. Оптимизация проведена для ВС 1-5, выполняющих транзитные

рейсы. Остальные ВС выполняют начальные ($j = 9, 10$) или конечные ($i = 6-8$) рейсы.

Таблица 1. Численность потенциальных трансферных пассажиров

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	9	10
1	0	31	0	19	2	4	6
2	2	0	3	4	8	7	8
3	0	11	0	3	2	8	11
4	27	0	3	0	0	5	7
5	0	13	0	0	0	8	6
6	5	0	7	3	7	0	0
7	8	4	5	6	3	0	0
8	6	9	0	5	5	0	0

Таблица 2. Оптимальное расписание

$i (j)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i^A	20	2	6	0	4	10	60	80	-	-
t_j^B	120	118	102	215	122	-	-	-	100	150

Сходная оптимизационная задача была решена в работе [3], в которой, однако, не учитывалось наличие в расписании хаба начальных и конечных рейсов. Таким образом, сформулированная в настоящей работе задача и результаты ее решения обладают определенной научной новизной.

Список использованных источников

1. *Bootsma P.D.* Airline Flight Schedule Development: Analysis and Design Tools for European Hinterland Hubs / P.D. Bootsma. – Utrecht: University of Twente, 1997. – 296 p.
2. *Романенко В.А.* Моделирование производственных процессов узловых аэропортов: монография / В.А. Романенко. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 286 с.
3. *Романенко В.А.* Оптимизация параметров системы трансферных авиаперевозок с учетом нечеткой и стохастической неопределенностей / В. Романенко // Управление большими системами. – 2013. – № 41. – С. 285–313.