

НЕЧЁТКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО УЗЛОВОГО АЭРОПОРТА

© 2012 Романенко В.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

FUZZY OPTIMIZATION OF THE PASSENGER HUB AIRPORT FLIGHT SCHEDULE

© 2012 Romanenko V.A.

The problem of optimization of the hub flight airport schedule, reduce to a problem of nonlinear programming with the maximum of total incomes of airline as fuzzy criterion and a set both fuzzy and not fuzzy constraints, is considered. Results of optimization are briefly presented.

Последние годы ознаменовались рядом попыток авиапредприятий РФ организовать свою деятельность в соответствии с широко практикованной зарубежными авиакомпаниями системой трансферных авиаперевозок через узловой аэропорт (хаб), получившей название «hub-and-spokes». Одним из путей повышения экономической эффективности этой системы является оптимизация расписания движения самолётов узлового аэропорта, в котором осуществляются массовые пересадки пассажиров. Авиакомпания, организующая пересадки в узловом аэропорту, может путем грамотного составления расписания существенно повысить уровень трансферных пассажиропотоков, поскольку привлекательность узлового аэропорта с точки зрения пересаживающихся пассажиров во многом определяется длительностью пребывания в нём. При формировании расписания авиакомпания, являясь коммерческим предприятием и рассматривая в качестве одной из своих главных целей максимизацию прибыли, должна так планировать моменты времени прибытия и отправления рейсов, чтобы обеспечить наиболее комфортные условия по времени пребывания в узловом аэропорту пассажирам трансферных авиасвязей, приносящим ей наибольший доход. К таким авиасвязям относятся те из них, которые характеризуются, во-первых, более высокими уровнями пассажиропотоков и, во-вторых, перевозки

на которых выполняются по более высоким тарифам. Следует учитывать, что стремление авиакомпании минимизировать время пребывания трансферных пассажиров в хабе, приводит к организации т.н. волн прибытий-отправлений рейсов, регулярно повторяющихся в течении определенного (суточного или недельного) интервала времени. Задача составления расписания в хабе может быть, в порядке определённого упрощения, разбита на ряд независимых задач оптимизации расписания в пределах каждой волны. В качестве критерия оптимальности расписания целесообразно использовать максимум суммарной величины доходов авиакомпании от выполнения перевозки трансферных пассажиров в течение одной выбранной волны прибытий-отправлений рейсов. Оптимизируемыми параметрами являются плановые моменты прибытия и отправления рейсов рассматриваемой волны.

Считая каждый рейс, прибывающий в узловой аэропорт в течение волны, обратным, необходимо учитывать, что на время его отправления влияют, помимо времени прибытия, продолжительность технического обслуживания выполняющего рейс самолёта и продолжительность обслуживания пассажиров, в том числе пересаживающихся с других рейсов. Названные продолжительности обслуживания представляют собой случайные числа, для формирования

вероятностных распределений которых необходимо наличие большого объема статистических данных. При отсутствии такой информации удобно использовать не частотную форму представления временных характеристик операций обслуживания самолётов и пассажиров, а нечёткую. С использованием нечётких продолжительностей время отправления должно рассчитываться таким образом, чтобы имелись достаточные возможности для завершения технического обслуживания самолётов и пассажиров.

Для решения рассматриваемой задачи необходимо также наличие информации по пространственной привлекательности трансферных авиавязей узлового аэропорта, которая может быть представлена в виде величин трансферных пассажиропотоков между парами периферийных по отношению к хабу аэропортов. Эти данные, носящие вероятностный характер и в целом ряде случаев недоступные, могут быть представлены в виде нечётких чисел, определяемых либо по статистике, либо согласно экспертным оценкам.

Предпочтения трансферных пассажиров в отношении времени пребывания в узловом аэропорту целесообразно выразить трапецеидальной функцией желательности. Функция указанного вида позволяет учесть нежелательность как слишком короткого, так и чрезмерно продолжительного времени, отводимого на пересадку. Реализация как первой, так и второй ситуаций приводит к отказам потенциальных трансферных пассажиров от перевозки через рассматриваемый хаб и снижению их числа.

Решение поставленной задачи требует также наличия данных о тарифах на трансферную перевозку через узловой аэропорт. Здесь нечёткость обусловлена разнообразием тарифов по авиасвязям и в пределах каждой из них.

Таким образом, задача оптимизации расписания узлового аэропорта рассматривается как задача нелинейного программирования с нечётким критерием, в роли которого выступает максимум

суммарных доходов, и набором как нечётких, так и чётких ограничений.

Размытость критерия обусловлена нечётким характером входящих в него величин трансферных пассажиропотоков, зависящих от времени пребывания в аэропорту, и тарифов.

Нечёткими являются временные ограничения, учитывающие необходимость выполнения операций по обслуживанию ВС и пассажиров.

Чёткие ограничения связаны с учётом пропускной способности элементов летного поля узлового аэропорта и предполагают наличие заданного временного интервала между последовательными взлётно-посадочными операциями в пределах волны.

Чтобы избежать необходимости решения многокритериальной задачи, вызванной нечёткостью целевой функции, здесь использована её дефаззификация по методу центра масс.

Сформулированная задача была решена для гипотетического хаба, формируемого на базе Международного аэропорта Курумоч. Выбор объекта исследования был обусловлен наличием достаточного объема статистической информации, характеризующей технологические процессы и пассажиропотоки аэропорта. Была рассмотрена задача оптимизации расписания, обеспечивающего пересадки пассажиров по наиболее востребованным для данного аэропорта трансферным направлениям в течение волны, включающей 15 прибывающих и отправляющихся рейсов. Результаты решения задачи продемонстрировали возможность существенного (не менее 20-25%) увеличения доходов, обусловленного оптимизацией расписания.

Для решения было разработано программное обеспечение, реализованное на базе среды программирования IBM ILOG OPL.

Следует отметить, что оптимизация расписания представляет собой лишь одну из составляющих проблемы параметрической оптимизационной системы трансферных перевозок на базе узлового аэропорта.