

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКОВ ПАССАЖИРОВ И САМОЛЕТОВ МЕЖДУНАРОДНОГО АЭРОПОРТА КУРУМОЧ НА БАЗЕ РАСПИСАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

1. Аэропорт как система массового обслуживания. С точки зрения теории массового обслуживания, аэропорт представляет собой сложную систему массового обслуживания, состоящую из ряда подсистем: пассажирского и почтово-грузового комплексов, комплекса обслуживания воздушных судов и других. Основными видами входящих потоков являются потоки прилетающих и вылетающих самолетов, пассажиров различных категорий, багажа, а также грузов. На всех фазах обслуживания этих потоков применяется технологическое оборудование и средств механизации, для определения оптимальной численности которых используется формализм теории массового обслуживания. Исходными данными для решения указанной задачи являются параметры входящих потоков самолетов и пассажиров, источником для определения которых может служить расписание движения самолетов. Ниже изложены методика и некоторые результаты анализа летнего расписания воздушного движения для Международного аэропорта Курумоч (МАКуР) 2004 г.

2. Выявление интервалов пиковой нагрузки аэропорта. Расчеты параметров аэропортовых комплексов проводятся для интервалов времени с максимальными значениями пассажиропотока и потока самолетов. Для выявления интервалов пиковой нагрузки используется расписание движения самолетов. Метод позволяет прогнозировать наступление пиковых интервалов в течение периода действия расписания. К его недостаткам относится невозможность учета нерегулярных рейсов, отсутствующих в расписании.

Поиск пиковых интервалов осуществляется с использованием функций сортировки и фильтрации табличного процессора Microsoft Excel. Для каждого суток в интервале с 1 мая по 30 сентября (месяцы с большой интенсивностью воздушного движения) подсчитывалось количество прилетающих и вылетающих рейсов и соответствующее им количество пассажиров. Даты и время вылета и прибытия самолетов принимались в соответствии с расписанием. Коэффициент занятости кресел принимался равным 0,6, что приблизительно соответствует среднестатистическому значению для авиакомпаний, обслуживаемых в МАКуР.

Полученные результаты включают суточное и недельное количество внутрироссий-

ских и международных регулярных рейсов, выполняемых из МАКур в течение рассматриваемого периода, как вылетающих, так и прилетающих, а также соответствующее им число пассажиров. Результаты расчетов, приведенные в качестве иллюстраций на рис. 1 и 2, содержат распределение всех вылетающих рейсов по дням недели (рис.1) и суммарное недельное количество рейсов (рис.2). Видно, что наиболее загруженный день летнего периода – четверг, а наиболее загруженный недельный интервал – с 20 по 26 июня 2004 г.

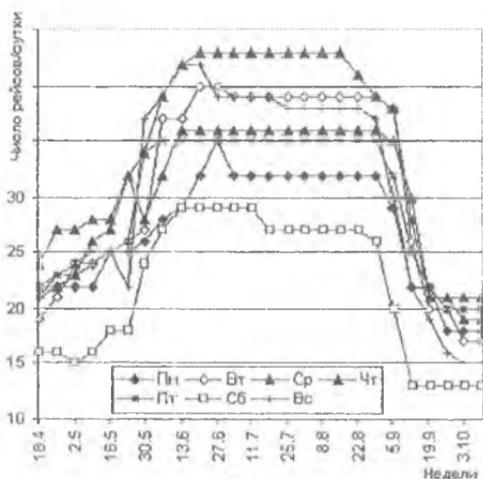


Рис. 1

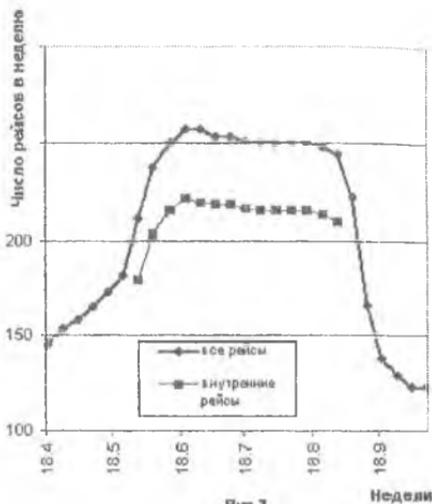


Рис.2

Сравнение результатов априорного анализа расписания с фактическим количеством самолетовылетов и пассажиров, имевшим место летом 2004 г. в МАКур (источник – официальный Web-сайт аэропорта), позволяет сделать вывод о вполне удовлетворительной точности применяемой методики (табл.1). Различия в количестве пассажиров могут быть, при необходимости, устранены использованием более полных и детальных статистических данных по перевозкам различных категорий пассажиров за ряд предшествующих лет.

Таблица 1

Месяц года 2004 г.	Анализ расписания								Факт	
	рейсы				пассажиры				самолетовы- леты	пассажиры всех катего- рий
	вылет		прилет		вылет		прилет			
	РФ	все	РФ	все	РФ	все	РФ	все	данных лет	
июнь	912	1062	905	1055	53271	66055	52642	65313	данных лет	
июль	949	1104	954	1110	56670	70065	57053	70526	1146	118552
август	952	1106	949	1105	56510	69724	56398	69820	1171	130403

3. Определение интенсивности входящего потока пассажиров. Под интенсивностью потока вылетающих пассажиров понимается число пассажиров различных категорий, прибывающих в аэровокзал в единицу времени. Расчеты представляют особое значение для потока вылетающих пассажиров вследствие наличия сложной схемы обслуживания и выраженного вероятностного характера потока. Расчеты, как правило, проводятся для моментов пиковых значений интенсивности воздушного движения, однако представляет интерес построение временных зависимостей интенсивности потока для продолжительных интервалов времени, например, суток. Такие временные зависимости имеют особую ценность для анализа и оптимизации работы аэропортов-«хабов», пассажиропотоки в которых характеризуются значительными колебаниями.

Для некоторого момента времени t интенсивность входящего потока вылетающих пассажиров $\lambda(t)$ определяется по формуле [1]:

$$\lambda(t) = \frac{1}{\Delta t} \sum_{i=1}^m n_i k_i [F(t_i - t + \Delta t) - F(t_i - t)],$$

где m – количество рейсов, пассажиры которых могут находиться в аэровокзале в момент t ; n_i – вместимость i -го рейса; k_i – коэффициент занятости мест i -го рейса; t_i – момент вылета i -го рейса; Δt – расчетный интервал времени, для которого интенсивность потока пассажиров считается постоянной; $F(t_i - t)$ – функция распределения вероятностей прибытия пассажиров i -го рейса за время $(t_i - t)$ до вылета.

Функция $F(t_i - t)$ может считаться не зависящей от конкретного рейса [2], но она будет различной для разных аэропортов. Анализ статистических данных, собранных в 2000-

2004 гг., позволил построить в первом приближении график функции $F(t_i - t)$ для МАКУр (рис.3).

Следует заметить, что для повышения точности результатов требуется проведение работ по дальнейшему накоплению и обновлению статистики.

В выполненных ранее для различных аэропортов исследованиях величина расчетного интервала Δt принималась равной 12-30 мин. Такое

ольшое значение приводило к заметному проявлению кусочно-постоянного характера функции $F(t_i - t)$ на результатах расчетов и, следова-

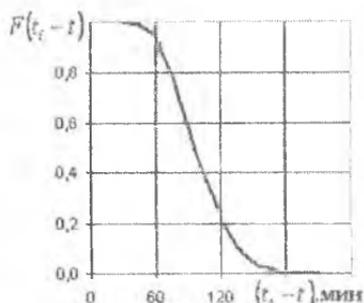


Рис. 3

тельно, к снижению их точности. С целью повышения точности расчетного алгоритма, наблюдаемые значения функции $F(t_i - t)$ аппроксимированы многочленом четвертой степени, что позволило снизить величину Δt до 1 мин.

Результаты расчетов интенсивности входящего потока пассажиров для недели с 20 по 26 июня 2004 г. приведены на рис.4. Так как комплекс предполетных операций для пассажиров внутренних и международных рейсов различен, график интенсивности потока пассажиров внутренних рейсов показан отдельно. В соответствии с расписанием, максимальную величину интенсивности пассажиропотока, составляющую более 7 пас/мин следовало ожидать в четверг в 3⁵⁰ утра.

Полученные результаты дают возможность определить число вылетающих пассажиров, находящихся в аэровокзале, что необходимо для расчета ряда его технологических параметров. Для момента t число вылетающих пассажиров в аэровокзале $N(t)$ определится как:

$$N(t) = N_0 + \int_{t_0}^t \lambda(t) dt - \sum_{i=1}^K M_i,$$

где N_0 – количество вылетающих пассажиров, находящихся в аэровокзале в некоторый начальный момент времени t_0 ; K – число вылетающих рейсов в интервале $t-t_0$; M_i – число пассажиров, вылетающих i -м рейсом. Из результатов расчетов $N(t)$, приведенных на рис.5, следует, что наибольшего скопления пассажиров (около 580 человек) следует ожидать в четверг в 4⁵⁰ утра. Таким образом, как и следовало ожидать, наступление максимума пассажиропотока примерно на 1 час предшествует наступлению максимума числа пассажиров в аэровокзале.

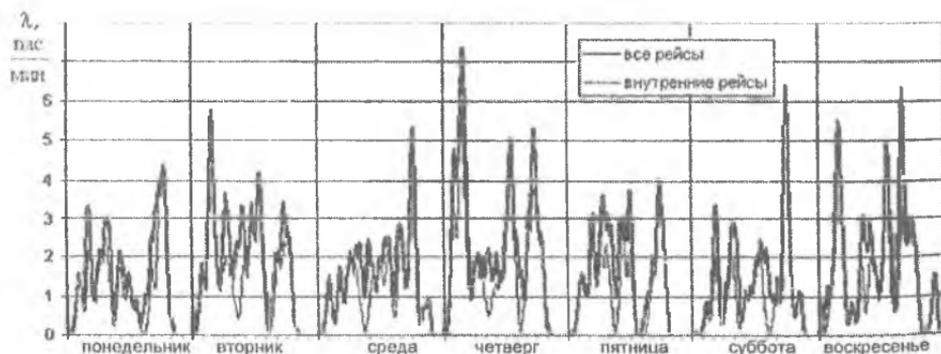


Рис. 4

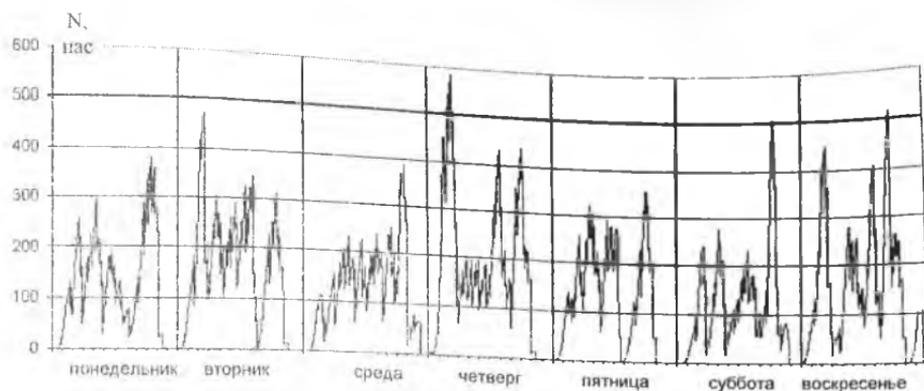


Рис. 5

Описанные методики и результаты могут быть использованы в практике работы МАКур в целях оптимизации технологических схем и повышения качества обслуживания пассажирских перевозок в условиях внедрения веерного расписания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Организация воздушных перевозок / Под ред. И.Я. Русинова. – М.: Транспорт, 1976.