

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В АЭРОВОКЗАЛЕ АЭРОПОРТА

Характерной особенностью воздушной перевозки является наличие сложного комплекса пред- и послеполетных операций по обслуживанию пассажиров и обработке багажа, вызванных необходимостью соблюдения норм безопасности. Основной вид наземного обслуживания вылетающих пассажиров – регистрация билетов и оформление багажа. Среди довольно большого числа известных методов и технологических схем выполнения регистрации наибольшее применение в аэропортах РФ находят два метода – порейсовый (фиксированный) и свободный.

Порейсовый метод предусматривает обслуживание пассажиров определенного рейса у одной или нескольких определенных стоек регистрации. Достоинствами метода являются простота технологии обслуживания, отсутствие необходимости сортировки зарегистрированного багажа по рейсам и снижение вероятности его засылки не по назначению. К недостаткам относятся малая пропускная способность, неравномерная загрузка рабочих мест, длительное ожидание пассажирами в очереди. Порейсовый метод характерен для мелких и средних аэропортов, в настоящее время он практикуется подавляющим большинством аэропортов РФ.

Свободный метод предполагает обслуживание пассажиров любого из рейсов у любой стойки регистрации. Главное его преимущество – удобство для вылетающих пассажиров. Отпадает необходимость в длительных поисках нужной стойки регистрации, число которых в крупнейших мировых аэропортах исчисляется сотнями. Пассажиры самостоятельно распределяются по стойкам, что сводит вероятность возникновения очереди к минимуму. Время начала регистрации на рейс устанавливается, как правило, не менее чем за 4 часа до вылета самолета по расписанию, что позволяет пассажиру в удобное для него время приехать в аэропорт. Свободный метод позволяет значительно увеличить пропускную способность аэровокзала, сократив при этом время наземного обслуживания пассажиров и повысив его качество и культуру. Однако с его внедрением появляется ряд трудностей: усложняется учет и оформление документации на каждый рейс, возникает необходимость в использовании сложной системы сортировки багажа по рейсам, возникает опасность засылки багажа не по назначе-

нию. В качестве примера российского аэропорта, применяющего свободный метод регистрации, может быть приведен Международный аэропорт Внуково (Москва).

Для крупнейших аэропортов представляется весьма актуальной задача изучения возможности перехода от порейсового метода регистрации к свободному. В качестве предпосылок здесь можно назвать: стабильное повышение объемов пассажирских перевозок на всех видах транспорта, в том числе на воздушном; конкуренция, «борьба за пассажира» между различными видами транспорта, переход крупнейших аэропортов к работе по системе хаба с ростом числа трансферных пассажиров; увеличение объемов международных перевозок. Стоит отметить, что в аэропорту Внуково переход к свободному методу от порейсового произошел в недавнее время.

Очевидно решение о переходе к свободному методу должно быть принято после всестороннего технико-экономического анализа, учитывающего необходимость затрат на широкое внедрение систем и средств механизации и автоматизации процессов регистрации билетов, оформления, обработки и сортировки багажа. Первым этапом такого анализа может явиться выбор оптимального метода регистрации с точки зрения минимума необходимого числа мест регистрации.

Расчет необходимого числа мест регистрации для свободного метода ИСВ проводится на базе моделей теории массового обслуживания [1]. В рассматриваемом случае обслуживание пассажиров представляет собой пример полностью системы массового обслуживания с ожиданием в очереди, длину которой, в принципе, можно считать неограниченной. Расчет проводится для интервала времени с наибольшим числом прибывающих пассажиров (периода пиковой нагрузки), в течение которого поступающий в систему поток пассажиров может считаться простейшим (пуассоновским) с неизменной интенсивностью λ . В качестве допущения примем, что время обслуживания каждого требования каждым прибором подчиняется показательному закону с параметром ν , представляющим собой интенсивность обслуживания пассажиров одной стойкой регистрации. В течение периода пиковой нагрузки параметры системы могут считаться постоянными, что позволяет использовать в расчетах достаточно простые аналитические алгоритмы теории массового обслуживания.

Число стоек ИСВ определяется, исходя из требования, чтобы фактическое время ожидания обслуживания пассажиром в очереди не превышало некоторого заданного расчетного времени. Указанное требование должно соблюдаться с достаточно высокой надежностью.

Процедура расчета ИСВ носит итерационный характер и включает следующие шаги

1. Определяется начальное приближение:

$$n^0 = [\lambda/v],$$

где λ — интенсивность потока пассажиров, проходящих регистрацию; v — интенсивность обслуживания пассажиров одной стойкой регистрации. Квадратные скобки означают операцию округления до ближайшего большего целого.

2. Для принятого n находится величина вероятности того, что фактическое время ожидания в очереди может превысить заранее заданное расчетное время [1]:

$$P(t_\phi > t_p) = W e^{-(nv-\lambda)t_p},$$

где t_p — расчетное максимальное время ожидания обслуживания пассажиром в очереди, мин; t_ϕ — фактическое время ожидания в очереди, мин; W — суммарная вероятность занятости стоек регистрации обслуживанием пассажиров независимо от наличия у каждой из них очереди.

$$W = \frac{(\lambda/v)^n}{(n-1)!(n-\lambda/v)} P_0,$$

где P_0 — вероятность отсутствия пассажиров у стоек регистрации, определяемая для системы массового обслуживания с ожиданием в очереди неограниченной длины как:

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{(\lambda/v)^i}{i!} + \frac{(\lambda/v)^n}{n!} \frac{n}{n-\lambda/v} \right]^{-1}$$

3. Выполняется проверка условия:

$$P(t_\phi > t_p) < P(t_\phi > t_p)^*, \quad (1)$$

где $P(t_\phi > t_p)^*$ — заданная величина вероятности.

Если условие (1) выполняется, то принятая величина n и является искомым потребным количеством стоек: $n_{\text{сн}} = n$.

В случае не выполнения условия (1) величина n увеличивается на 1, выполняется переход к пункту 2 алгоритма при $n = n + 1$.

Расчетное максимальное время ожидания обслуживания пассажиром в очереди задается в пределах 2—5 мин, что позволяет обеспечить хороший уровень обслуживания пассажиров. Заданное расчетное значение времени ожидания должно обеспечиваться с надежностью, составляющей 0.90—0.99. Значение вероятности того, что фактическое время ожидания обслуживания пассажиром в очереди может превысить расчетное время ожидания, должно даваться, таким образом, достаточно малым — в пределах 0.1—0.01.

При порейсовом методе регистрации имеет место неполнодоступная система массового обслуживания, в которой в качестве требования рассматривается не пассажир, а рейс. На практике для расчетов погрешного числа стоек $n_{\text{пор}}$ используется формула [2]:

$$n_{\text{пор}} = \frac{\lambda}{\Pi_{\text{PM}} k_{\text{H}}},$$

где Π_{PM} — производительность одного места регистрации; k_{H} — коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки мест регистрации ($k_{\text{H}} = 0,8 \text{--} 0,9$).

Производительность одного места регистрации рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{PM}} = \nu k_{\text{op}},$$

где k_{op} — коэффициент загрузки рабочего места во времени работой по непосредственному обслуживанию пассажирского потока.

$$k_{\text{op}} = \frac{T_{\text{рег}}}{T_{\text{рег}} + T_{\text{дон}}},$$

где $T_{\text{рег}}$ — время на регистрацию пассажиров одного рейса, мин; $T_{\text{дон}}$ — дополнительное время на подведение итогов по рейсу и подготовку к оформлению следующего рейса, мин. Величины $T_{\text{рег}}$ и $T_{\text{дон}}$ зависят от рассматриваемого аэропорта, вида рейса (внутрироссийский или международный, первоначальный или транзитный), типа ВС. Таким образом, по продолжительности времени $T_{\text{рег}}$ и $T_{\text{дон}}$ все рейсы можно разбить на несколько классов. Вследствие этого используются средние значения величин $T_{\text{рег}}$ и $T_{\text{дон}}$, определяемые по формулам:

$$T_{\text{рег}} = \sum_{i=1}^m k_i T_{\text{рег}i}, \quad T_{\text{дон}} = \sum_{i=1}^m k_i T_{\text{дон}i},$$

где m — количество классов рейсов, для которых выполняется осреднение временных характеристик; k_i — относительное количество рейсов i -го класса (для которых время регистрации имеет величину $T_{\text{рег}i}$, а дополнительное время $T_{\text{дон}i}$).

Величина коэффициента k_i определяется с помощью расписания воздушного движения аэропорта для рассматриваемого периода времени по формуле:

$$k_i = \frac{N_{P1}}{N_{P2}},$$

где N_{P1} — число рейсов i -го класса, N_{P2} — общее количество рейсов, вылетевших из аэропорта за рассматриваемый период времени.

С использованием описанных моделей решена задача определения областей применимости свободного и порейсового методов и влияния на них различных параметров. На рис. 1 в системе координат λ отображены изолинии погрешного числа мест обслуживания для свободного (жирные линии) и порейсового (тонкие линии) методов. График построен для следующего сочетания параметров:

свободный метод – $t_p = 2 \text{ мин}$; $P(t_{\phi} > t_p) = 0,01$;

порейсовый метод – $k_H = 0,8$; $k_{\text{уп}} = 0,9$.

Как видно из рисунка 1, при малых величинах λ порейсовый метод более эффективен, так как требует меньшего числа стоек. С ростом λ наступает ситуация, когда оба метода требуют равного числа стоек, и, наконец, при больших λ свободный метод становится эффективнее. Граница областей применимости методов обозначена жирной линией с маркерами. Точки, лежащие на ней, соответствуют моменту, когда с возрастанием λ число стоек свободного метода впервые становится меньше числа стоек порейсового метода. При сочетании технологических параметров системы обслуживания пассажиров, лежащем ниже указанной границы, следует использовать порейсовый метод, выше – свободный. «Пилообразный» характер границы объясняется целым числом стоек.

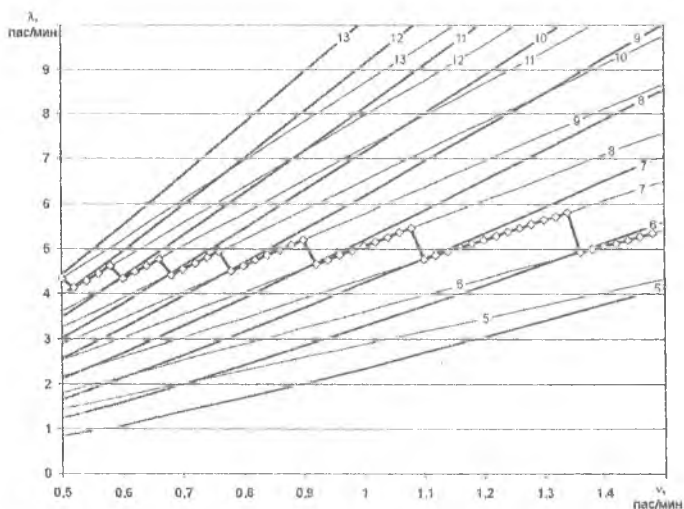


Рисунок 1

На рисунке 2 в координатах λ приведены границы областей применимости для раз-

личного сочетания параметров свободного метода. С уменьшением величин t_p и $P(t_0 > t_p)$, означающем ужесточение требований к аэропортовым службам по качеству обслуживания пассажиров, преимущества свободного метода начинают сказываться только при достаточно больших значениях λ . Это объясняется необходимостью использования относительно большого числа стоек с целью поддержания качества обслуживания даже при незначительных уровнях пассажиро потока.

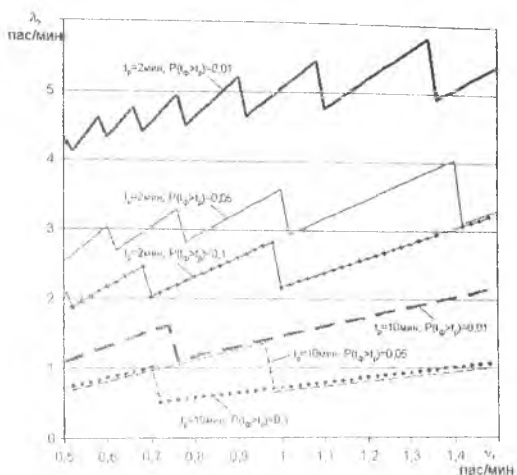


Рисунок 2

Следует подчеркнуть, что переходу к свободному методу должно предшествовать детальное технико-экономическое обоснование. Однако целесообразность его выполнения становится несомненной только в случае если расчет, проведенный по описанной выше методике, выявит эффективность рассматриваемого метода для конкретных условий функционирования аэропорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саульев В.К. Математические модели теории массового обслуживания. М.: Статистика, 1979.
2. Русинов И.Я., Цеханович Л.А., Поддипков В.А. и др. Организация воздушных перевозок М.: Транспорт, 1976.