

УДК 656.71

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВПП-РД ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Бабков Александр Борисович,

Кандидат технических наук,

Московский государственный университет гражданской авиации

Россия, г. Москва

abbabkov@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются методические предпосылки, основанные на технико-экономических расчетах, по определению типичных зон функционирования системы ВПП-РД при постоянной пропускной способности системы и возрастающей интенсивности движения воздушных судов. В качестве критерия выбран показатель коэффициент загрузки системы, представляющий собой отношение фактической интенсивности движения воздушных судов к пропускной способности системы ВПП-РД. При этом под пропускной способностью системы понимается максимально возможное количество взлетно-посадочных операций, которое может быть осуществлено в единицу времени. Выделены три зоны: зона недостаточной загрузки системы, зона оптимального функционирования системы, зона избыточной загрузки системы.

Ключевые слова: система ВПП-РД, пропускная способность, коэффициент загрузки, интенсивность движения воздушных судов, условная функция потерь, зоны функционирования системы ВПП-РД.

OPERATING FEATURES OF THE RUNWAY-TAXIWAY SYSTEM DURING INCREASING AIRCRAFT TRAFFIC INTENSITY

Babkov Alexander Borisovich,

Candidate of Technical Sciences, Moscow State University of Civil Aviation

abbabkov@yandex.ru

ABSTRACT

The article discusses methodological prerequisites, based on technical and economic calculations, for determining typical operating zones of the runway-taxiway system with constant system capacity and increasing aircraft traffic intensity. The selected criterion is the system load factor, which is the ratio of the actual intensity of aircraft traffic to the capacity of the runway-taxiway system. In this case, the system capacity refers to the maximum possible number of takeoff and landing operations that can be carried out per unit of time. Three zones are identified: the zone

of insufficient system load, the zone of optimal system functioning, and the zone of excessive system load.

Keywords: runway-taxiway system, capacity, load factor, aircraft traffic intensity, conditional loss function, operating zones of the runway-taxiway system.

Система ВПП-РД включает в себя взлетно-посадочную полосу и примыкающие рулежные дорожки. Данная система характеризуется пропускной способностью, которая представляет собой максимально возможное количество взлетно-посадочных операций, которое может быть осуществлено в системе в определенный промежуток времени, как правило, в час. Данная система под влиянием возрастающей интенсивности движения воздушных судов (ВС) и постоянной пропускной способности претерпевает существенные изменения, касающиеся, в первую очередь, количественных значений отдельных экономических показателей, характеризующих систему.

Рассмотрим изменения, происходящие в системе при возрастании интенсивности движения ВС на основе сопоставления составляющих условной функции потерь [1], представляющей собой совокупность отдельных экономических показателей. Для такой оценки изменений используем показатель, принятый при анализе деятельности производственных предприятий – коэффициент использования производственных мощностей (КИПМ), который показывает уровень фактического использования производственных мощностей действующего предприятия. Данный показатель отражает взаимосвязь между фактическим производством на имеющемся оборудовании и потенциально возможным производством при условии полного задействования производственных мощностей [2], применительно рассматриваемой системы – отношение фактической интенсивности движения ВС к её пропускной способности. Данный показатель наиболее тесно связан, конечно, с производством, но он в равной степени может быть использован и в секторе предоставления услуг, в том числе и при анализе функционирования аэропорта и его основного элемента – системы ВПП-РД.

Данная система под влиянием возрастающей интенсивности движения воздушных судов (ВС) и постоянной пропускной способности претерпевает существенные изменения, касающиеся, в первую очередь, количественных значений отдельных экономических показателей, характеризующих систему. В частности, при постоянной пропускной способности системы и увеличении нагрузки на неё (интенсивности движения воздушных судов) возрастает время пребывания воздушных судов в очереди на взлет и посадку. При этом ожидание своей очереди взлетающие воздушные суда осуществляют на РД или в отдельных случаях даже на перроне. Приземляющиеся воздушные суда ожидают своей очереди в зонах ожидания района аэродрома, осуществляя маневрирование в воздушном пространстве.

Таким образом при увеличении интенсивности движения ВС (И) возрастают непроизводительные расходы на пребывание ВС в очереди (С). Так как капитальные вложения в строительство искусственных покрытий системы (К) и затраты на текущий ремонт и содержание покрытий (Сп) остаются постоянными при $\Pi = \text{const}$, где Π – пропускная способность системы, то приведенные затраты ($\Pi_r = E_n \times K + C_{\Pi}$), где E_n – нормативный коэффициент эффективности (в качестве данного показателя может быть принята учетная ставка Центробанка), также остаются постоянными для рассматриваемого варианта системы. При определенном значении интенсивности движения ВС величина приведенных затрат становится равной величине непроизводительных затрат, т.е. $\Pi_r = C$. Так как затраты на строительство и содержание искусственных покрытий не

компенсируются непроизводительными расходами на пребывание ВС в очереди, то область функционирования системы в пределах интенсивности движения от 0 до значения, соответствующего равенству вышеупомянутых затрат, может быть отнесена к области неоптимального функционирования системы. Коэффициент загрузки системы, представляющий собой отношение интенсивности движения ВС к пропускной способности, и соответствующий данному равенству, обозначим $K_{з1}$, а область функционирования от 0 до $K_{з1}$ назовем зоной недостаточной загрузки системы. При дальнейшем увеличении интенсивности движения система ВПП-РД стремится к такому состоянию, при котором условная функция потерь имеет минимальное значение. Коэффициент загрузки, соответствующий данному условию, является оптимальным – $K_{з2}$ [3]. Соответственно, область функционирования системы в пределах от $K_{з1}$ до $K_{з2}$ определим как зону оптимального функционирования системы. Начиная с некоторого значения интенсивности движения ВС происходит резкое увеличение непроизводительных расходов, связанных с пребыванием воздушных судов в очереди (при этом наибольшие значения данного показателя возникают при $K_{з}=1$). Значение соответствующего коэффициента загрузки обозначим $K_{з3}$. Тогда область функционирования системы в пределах изменения коэффициента загрузки от $K_{з2}$ до $K_{з3}$ относится к зоне избыточной загрузки системы, что приводит к необходимости наращивания пропускной способности системы ВПП -РД, т.е. строительству дополнительных РД или даже ВПП. Ранее проведенные исследования [4] позволили определить значения $K_{з2}$ в зависимости от среднего времени обслуживания ВС в системе, доли приземляющихся ВС в общей интенсивности движения. Предварительные расчеты показали, что значение данного коэффициента находится в диапазоне значений 0,8–0,85, а значения коэффициента $K_{з1}$ - в пределах 0,45–0,47 в зависимости от структуры движения воздушных судов и характеристик параметров системы ВПП-РД.

Список литературы:

1. Бабков А.Б. К вопросу о пропускной способности аэродрома. - НаукаСфера, Сетевое издание, Научный журнал № 11 (1), Смоленск, 2023. - с.139-144.
2. Уилл Кентон Коэффициент использования производственных мощностей: определение, формула и использование в бизнесе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a94551d5-671a5f2b-8abed862-4722d776562/https/www.investopedia.com/terms/c/capa. (дата обращения 24.10.24).
3. Бабков А.Б., Березин В.И., Данилов В.С. Технические характеристики аэродромов (Глава в книге). - Гражданские аэродромы. Под общей редакцией В.Н. Иванова. – М; Воздушный транспорт. 2005 г. – 280 с.
4. Бабков А.Б. Аналитический метод определения коэффициента загрузки ВПП на основе теории массового обслуживания. - Материалы международной (заочной) научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки: теория и практика» (29 мая 2020г, г. Нефтекамск, Башкортостан). – Нефтекамск, НИЦ «Мир науки». - с.74-80

References:

1. Babkov A.B. On the issue of airport capacity. - Sciencesphere, Network publication, Scientific journal No. 11 (1), Smolensk, 2023. - pp. 139-144.

2. Will Kenton Capacity Utilization Rate: Definition, Formula and Business Use. [Electronic resource]. Access mode: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a94551d5-671a5f2b-8a6ed862-4722d776562/https/www.investopedia.com/terms/c/capa. (Access date 10/24/24).
3. Babkov A.B., Berezin V.I., Danilov V.S. Technical characteristics of airfields (Chapter in the book). - Civil airfields. Under the general editorship of V.N. Ivanova. - M; Air transport. 2005 - 280 p.
4. Babkov A.B. Analytical method for determining runway load factor based on queuing theory. - Materials of the international (correspondence) scientific and practical conference "Current problems of modern science: theory and practice" (May 29, 2020, Neftekamsk, Bashkortostan). - Neftekamsk, Scientific Research Center "World of Science". - p.74-80