

УДК 656.71

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РД, ПРИМЫКАЮЩИХ К ИВПП, ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИВПП****Бабков Александр Борисович,**Кандидат технических наук, Московский государственный
технический университет гражданской авиации
abbabkov@yandex.ru**Аннотация**

Мероприятия, направленные на повышение пропускной способности ВПП (взлетно-посадочной полосы), связаны со значительными капитальными вложениями в строительство аэродромных покрытий. Кроме того, увеличение площадей аэродромных покрытий приводит к увеличению эксплуатационных затрат на их ремонт и содержание. С другой стороны, излишние мероприятия по повышению пропускной способности могут привести к неоправданно высокой пропускной способности ВПП и излишним капитальным вложениям и расходам, не соответствующим фактической или планируемой интенсивности движения ВС. Определен экономический показатель – условная функция потерь, который использовался для выбора оптимальной схемы расположения соединительных рулежных дорожек (РД) для той или иной интенсивности движения воздушных судов (ВС) в максимальный час в аэропорту. Определены планировочные параметры соединительных РД скоростного схода.

Ключевые слова: пропускная способность, взлетно-посадочные операции, коэффициент загрузки, интенсивность движения воздушных судов, условная функция потерь.

**DETERMINATION OF THE NUMBER OF TAXIWAYS ADJACENT TO THE
IVPP TO INCREASE THE CAPACITY OF THE IVPP****Babkov Alexander Borisovich,**Candidate of Technical Sciences, Moscow Technical University of Civil Aviation
abbabkov@yandex.ru**ABSTRACT**

Measures related to increasing the capacity of the runway are associated with significant capital investments in the construction of airfield coverings. In addition, an increase in the area of airfield coverings leads to an increase in operating costs for their repair and maintenance. On the other hand, excessive capacity improvement measures can lead to unreasonably high runway capacity and excessive capital investments and costs that do not correspond to the actual or planned traffic intensity of aircraft. An economic indicator has been determined – a conditional loss function, which was used to select the optimal layout of connecting taxiways for a particular

aircraft traffic intensity at the maximum hour at the airport. The planning parameters of the connecting taxiways of the rapid exit have been determined.

Keywords: throughput, take-off and landing operations, load factor, aircraft traffic intensity, conditional loss function.

Актуальным вопросом является повышение пропускной способности взлетно-посадочных полос (ВПП), которое связано с наращиванием количества ВПП и рулежных дорожек (РД), примыкающих к ВПП, совершенствованием организации управления воздушным движением (УВД) в районе аэродрома и другими мероприятиями. Однако они связаны со значительными капитальными вложениями в строительство аэродромных покрытий и модернизацию оборудования. Кроме того, увеличение площадей аэродромных покрытий и совершенствование организации УВД на аэродромах требуют также дополнительных эксплуатационных расходов. С другой стороны, излишние мероприятия по повышению пропускной способности могут привести к неоправданно высоким капитальным вложениям и расходам, не соответствующим фактической или планируемой интенсивности движения воздушных судов (ВС). Таким образом в данных условиях требуется применение экономических показателей, характеризующих отдельные виды затрат, и обобщающего показателя, который необходимо использовать при оптимизации всех затрат.

В связи с вышеизложенным, ранее [1] предложен экономический показатель, обобщающий основные экономические затраты – условная функции потерь, которая учитывает: капитальные вложения для повышения пропускной способности ВПП, эксплуатационные расходы, затраты на пребывание ВС в очереди (ВПП с примыкающими РД рассматривается как система массового обслуживания с очередями по принципу относительных приоритетов), условные затраты на реализацию излишней пропускной способности ВПП:

$$G = Z_c + Эг + Z_o + Z_p, \dots\dots\dots(1)$$

где - Z_c , $Эг$, Z_o , Z_p – соответственно, годовые затраты на строительство и эксплуатацию аэродромных покрытий системы ВПП-РД и модернизацию оборудования, пребывания ВС в очереди и избыточной пропускной способности системы, тыс. руб.

Данный показатель был использован при рассмотрении функционирования системы ВПП-РД для различных условий изменения пропускной способности и интенсивности движения ВС [2]. При этом, начиная с некоторого значения интенсивности движения ВС происходит резкое увеличение непроизводительных расходов, связанных с пребыванием воздушных судов в очереди, что приводит к необходимости наращивания пропускной способности системы ВПП-РД, т.е. строительству дополнительных РД или даже ВПП. Расчетным способом на основе анализа составляющих функции потерь определены зоны или области функционирования системы ВПП-РД, при этом использовался коэффициент оптимальной загрузки системы, представляющий собой отношение интенсивности движения к пропускной способности ИВПП. Выделены следующие зоны: зона недостаточной загрузки ИВПП, зона оптимального функционирования системы и зона избыточной загрузки ИВПП. Кроме того, определены значения оптимального коэффициента загрузки системы ВПП-РД, соответствующие минимальному значению функции условных потерь, который составляет 0,85–0,9. В настоящей статье определены рекомендуемые схемы системы ВПП-РД, отличающиеся количеством, конфигурацией и местами примыкания РД к ИВПП, рисунок 1. При этом приведенные значения

интенсивности движения воздушных судов скорректированы с помощью введения оптимального значения коэффициента загрузки системы ВПП-РД.

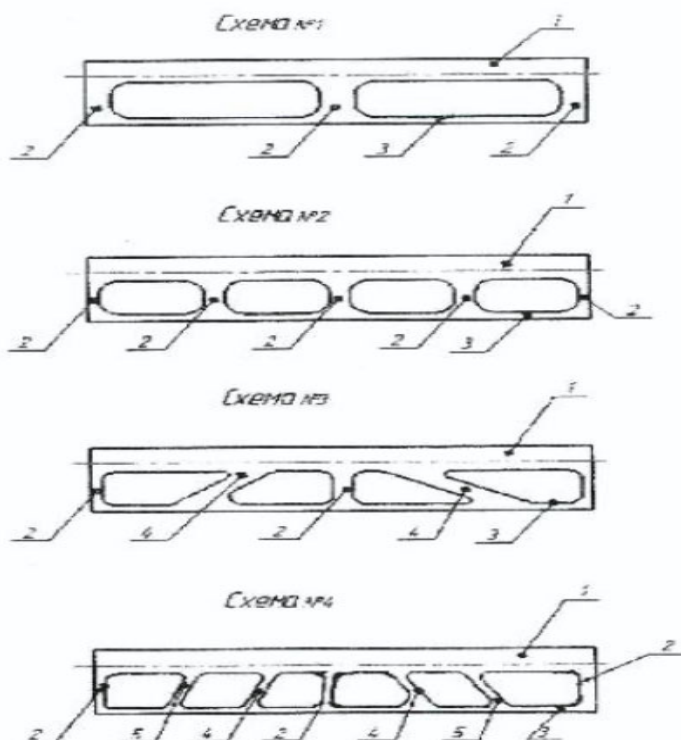


Рис. 1. Схемы РД, примыкающих к ВПП, 1 - ВПП, 2.- Обычные РД, 3 – Магистральная РД (МРД), 4 и 5- РД скоростного схода

Как известно, соединительные рулѐжные дорожки делятся на обычные и скоростные РД. Обычные соединительные РД примыкают к ИВПП под прямым углом. Соединительные РД скоростного схода предназначены для обеспечения схода воздушных судов на более высоких скоростях, которые не могут быть достигнуты на обычных РД, что приводит к сокращению времени занятия ИВПП и к увеличению пропускной способности ИВПП.

Проведенные расчеты показателей условной функции потерь при изменяющейся интенсивности движения ВС позволили определить наиболее приемлемые значения интенсивности движения ВС для разных схем расположения РД, рисунок 1.

Схему №1 является приемлемой при интенсивности движения воздушных судов в максимальный час от 11 до 14 взл.-пос. в час, при этом предусматриваются магистральная и соединительные РД, которые устраиваются по торцам ВПП и одна - по середине ВПП (обычные РД).

Схему №2 рекомендуется принимать при интенсивности движения воздушных судов в максимальный час от 15 до 18 взл.-пос. в час; по сравнению со схемой №1 вводятся дополнительные обычные соединительные РД (на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины ВПП).

Схема №3 принимается при интенсивности движения воздушных судов в максимальный час от 19 до 22 взл.-пос. в час; в этом случае предусматриваются скоростные РД для воздушных судов, как правило, для II группы ВС (группировка принимается рекомендуемой при проектировании).

Схема №4 принимается при интенсивности движения воздушных судов в максимальный час свыше 23 взл.-пос. в час; в этом случае предусматриваются скоростные РД для воздушных судов I и II групп (при интенсивности движения в максимальный час более 28 взл.-пос. в час допускается устраивать дополнительные скоростные РД для воздушных судов III группы).

Расчетами установлено, что наибольший прирост пропускной способности системы ВПП-РД достигается за счет строительства магистральной РД и соединительных РД по торцам ВПП.

Планировка скоростных РД представлена на рисунке 2 [2].

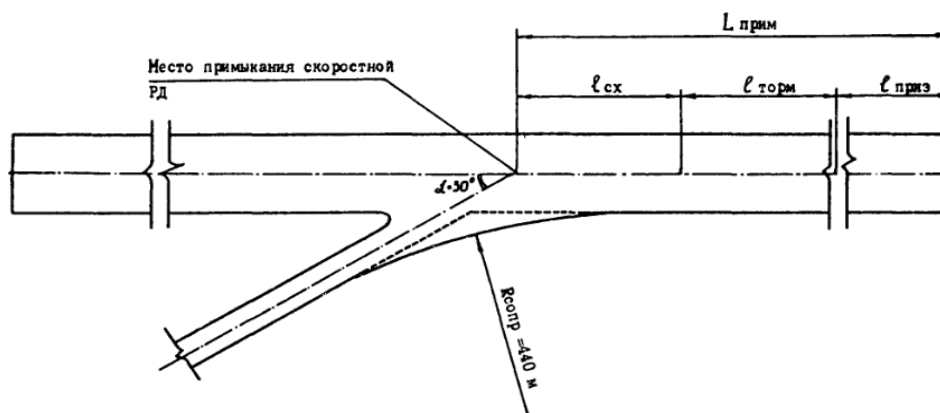


Рис. 2. Планировочные параметры скоростных РД

Место примыкания скоростной РД можно определить как:

$$L = L_{п} + K_{п} / \beta \times L_{т} + L_{сх} \dots \dots \dots (2),$$

где - $L_{п}$ - расстояние от входного торца ИВПП до расчётного места приземления самолёта, принимается 800м- для самолётов I группы, 600м- для самолётов II группы и 400м- для самолётов III группы;

$L_{т}$ - длина участка торможения для стандартных условий расположения аэродрома, принимается 1600м для самолётов I группы, 1400м -для самолётов II группы и 700м -для самолётов III группы (длина участка определена для скорости схода самолётов с ИВПП 27,8 м /с - для самолётов I и II групп и 22,2 м/с - для самолётов III группы);

$L_{сх}$ - длина участка схода на скоростную РД, принимается равной 100м для всех групп воздушных судов;

$K_{п}$ - коэффициент, учитывающий влияние среднего продольного уклона ИВПП при пробеге самолёта;

β -относительная плотность воздуха.

Обобщение результатов расчетов позволило также определить следующую цепочку поэтапного наращивания пропускной способности ИВПП с примыкающими к ней соединительными РД в зависимости от роста интенсивности движения ВС:

-при интенсивности движения ВС до 10 взл.-пос. в час оптимальной является схема с одной соединительной РД без устройства МРД;

-при росте интенсивности движения ВС до 15 взл.-пос. в час наиболее рациональной схемой является схема №1 или промежуточные схемы с магистральной РД, имеющей не полную длину для обеспечения её соединения с ИВПП по торцам ИВПП и требующих разворота ВС при пробеге или при занятии ИВПП при взлете;

-при дальнейшем росте интенсивности движения ВС от 15 до 20 взл.-пос. в час целесообразно схему №1 трансформировать в схему №2 с устройством дополнительных обычных РД, примыкающими к ИВПП, а при прогнозируемом дальнейшем росте интенсивности движения (более 20 взл. - пос. в час) возникает необходимость рассмотрения устройства скоростных РД.

На основе вышеизложенного был сделан вывод о целесообразности применения обобщающего экономического показателя - условной функции потерь, для определения оптимальных схем расположения РД, примыкающих к ВПП, с целью повышения её пропускной способности.

Список литературы:

1. Бабков А.Б. Особенности функционирования системы ВПП – РД при увеличении интенсивности движения воздушных судов. - Научно-практический электронный журнал. Оригинальные исследования (ОРИС), ISSN 2222-0402, Том 14, № 11, 2024. – с. 258–261.
2. Гражданские аэродромы. Под общей редакцией В.Н. Иванова. – М.: Воздушный транспорт, 2005. – 280с.

References:

1. Babkov A.B. Features of the RUNWAY – RD system functioning with increasing aircraft traffic intensity. - Scientific and practical electronic journal. Original Research (ORIS), ISSN 2222-0402, Volume 14, No. 11, 2024. – pp. 258-261.
2. Civil airfields. Edited by V.N. Ivanov. Moscow: Air Transport, 2005.- 280s.