

=====

ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ, КӨЛІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК
ЛОГИСТИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ
LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY

=====

https://doi.org/10.53364/24138614_2024_35_4_5
МРНТИ 73.37.21

И.М. Сайдумаров*, **И.Ж. Бойманов**

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Узбекистан

*E-mail: saidilh@mail.ru

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЗЛЕТНО- ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ

***Аннотация.** В статье было изучено экономическая эффективность взлетно-посадочной полосы была определена на примере Международного аэропорта «Ташкент».*

С учетом условий сезонного увеличения потока воздушных судов в целях повышения пропускной способности ВПП создан метод определения экономической эффективности повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы. В результате разработан метод определения экономической эффективности ВПП, повышающий пропускную способность взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного роста воздушного потока. При этом, к какому типу относится работа самолета в случае использования полосы движения и полосы быстрого, а также сумма, уплачиваемая за взлетно-посадочную полосу. Определено экономическую эффективность использования взлетно-посадочных полос аэродрома в условиях сезонного роста воздушного потока в международном аэропорту «Ташкент» в качестве фактора повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной.

В результате было установлено, что в условиях сезонного роста потока ВС можно добиться повышения экономической эффективности на 10 %, то есть за год сэкономить 878 710 848 сумов.

***Ключевые слова:** Аэродром, взлетно-посадочная полоса, экономической, эффективность, авиация, аэропорт, самолет, пропускная способность.*

***Введение.** Одному аспекту пропускной способности аэропорта - способности системы взлетно-посадочной полосы (ВПП) удовлетворять*

потребности в движении воздушных судов. По мере приближения спроса к пропускной способности взлетно-посадочных полос воздушные суда, находящиеся на земле и в воздухе, испытывают перегрузки, а также дорогостоящие задержки. Оценка этих затрат на задержку будет иметь важное значение для любой оценки эффективности существующих установок и для любого анализа затрат-выгод, связанного с предоставлением увеличенной мощности.

Этому области широко изучается зарубежными учеными. Исследовано в [1] анализируются перспективные технологии очистки взлетно-посадочных полос аэродромов, а также определение наиболее перспективного метода очистки взлетно-посадочных полос. В [2] научном исследовании был предложен обзор математического моделирования проблем движения тяжелых транспортных самолетов на взлетно-посадочных полосах с неоднородным состоянием поверхности, вызванным различными условиями эксплуатации. Метод оценки явлений на основе изучения взаимодействия самолета с покрытием искусственной взлетно-посадочной полосы с помощью системы математического моделирования динамики полета предложено в работе [3]. В [4] использовался метод обнаружения выбросов внешних объектов на взлетно-посадочной полосе аэропорта, а также технология объединения данных для анализа их изображений. В [5] представлена оценка эффективности освещения взлетно-посадочной полосы аэродрома с целью повышения безопасности в условиях ограниченной видимости с использованием режима интегрированного индекса. Рост авиаперевозок - одно из самых впечатляющих технологических достижений последних времен. Быстрый рост количества авиаперелетов приводит к серьезным пробкам в аэропортах крупных городов, которые нуждаются в дополнительных возможностях для быстрорастущих внутренних краткосрочных рынков. Исследования [6] показывают, что Международный аэропорт Ченнаи будет заполнен к 2015 году, поэтому предлагается аэропорт Гринфилд в Шриперумбудуре. Существующие проблемы структуры и методов повреждения земного покрова аэродрома, а также современные методы в работе [7] были тщательно проанализированы и предложен новый метод расчета земного покрова аэродрома.

Эта работа стремится обеспечить понимание способности взлетно-посадочной полосы и факторов, от которых это зависит. Анализ включен в ряд простых в использовании моделей для оценки задержек с самолетом под любым данным образцом требования. Эти модели предназначены, чтобы предоставить планировщику простые инструменты для быстрой оценки воздействия на задержку изменений спроса те, которые могли бы быть достигнуты регулирующим или политикой ценообразования. Кроме того, сам полный анализ образует основание для быстрой предварительной оценки воздействия альтернативных конфигураций взлетно-посадочной полосы, новых типов самолетов или измененных стандартов разделения.

Теоритическая часть

Пропускная способность одной взлетно-посадочной полосы (далее – ВПП), работающей в режиме чередования взлетающих и приземляющихся ВС (без учета пропускной способности воздушного пространства), определяется по формуле:

$$P_{ВПП} = \frac{3600}{T_{ВВ} \cdot (1 - \beta_n)^2 + T_{ПП} \cdot \beta_n^2 + \beta_n \cdot (T_{ВП} + T_{ПВ}) \cdot (1 - \beta_n)},$$

где: $P_{ВПП}$ – пропускная способность ВПП (взлетов-посадок/час);

$T_{ВВ}, T_{ПП}, T_{ВП}, T_{ПВ}$ – средние допустимые интервалы времени между взлетно-посадочными операциями ВС, которые рассчитываются для следующих режимов функционирования ВПП: «взлет-взлет», «посадка-посадка», «взлет-посадка», «посадка-взлет» (секунда);

β_n – доля приземляющихся ВС в общей интенсивности движения.

Средние допустимые интервалы времени между взлетно-посадочными операциями зависят от минимально допустимых интервалов времени между смежными взлетно-посадочными операциями ВС, которые устанавливаются из условий обеспечения безопасности полетов на аэродроме по следующим зависимостям:

$$\begin{aligned} T_{ВВ} &= t_{ВВ_{1-1}} \cdot p_1 \cdot p_1 + t_{ВВ_{1-2}} \cdot p_1 \cdot p_2 + t_{ВВ_{1-3}} \cdot p_1 \cdot p_3 + \dots + t_{ВВ_{1-n}} \cdot p_1 \cdot p_n + \\ &+ t_{ВВ_{2-1}} \cdot p_2 \cdot p_1 + t_{ВВ_{2-2}} \cdot p_2 \cdot p_2 + t_{ВВ_{2-3}} \cdot p_2 \cdot p_3 + \dots + t_{ВВ_{2-n}} \cdot p_2 \cdot p_n = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ВВ_{i-j}} \cdot p_i \cdot p_j, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{ПП} &= t_{ПП_{1-1}} \cdot p_1 \cdot p_1 + t_{ПП_{1-2}} \cdot p_1 \cdot p_2 + t_{ПП_{1-3}} \cdot p_1 \cdot p_3 + \dots + t_{ПП_{1-n}} \cdot p_1 \cdot p_n + \\ &+ t_{ПП_{2-1}} \cdot p_2 \cdot p_1 + t_{ПП_{2-2}} \cdot p_2 \cdot p_2 + t_{ПП_{2-3}} \cdot p_2 \cdot p_3 + \dots + t_{ПП_{2-n}} \cdot p_2 \cdot p_n = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ПП_{i-j}} \cdot p_i \cdot p_j, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{ВП} &= t_{ВП_{1-1}} \cdot p_1 \cdot p_1 + t_{ВП_{1-2}} \cdot p_1 \cdot p_2 + t_{ВП_{1-3}} \cdot p_1 \cdot p_3 + \dots + t_{ВП_{1-n}} \cdot p_1 \cdot p_n + \\ &+ t_{ВП_{2-1}} \cdot p_2 \cdot p_1 + t_{ВП_{2-2}} \cdot p_2 \cdot p_2 + t_{ВП_{2-3}} \cdot p_2 \cdot p_3 + \dots + t_{ВП_{2-n}} \cdot p_2 \cdot p_n = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ВП_{i-j}} \cdot p_i \cdot p_j, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{ПВ} &= t_{ПВ_{1-1}} \cdot p_1 \cdot p_1 + t_{ПВ_{1-2}} \cdot p_1 \cdot p_2 + t_{ПВ_{1-3}} \cdot p_1 \cdot p_3 + \dots + t_{ПВ_{1-n}} \cdot p_1 \cdot p_n + \\ &+ t_{ПВ_{2-1}} \cdot p_2 \cdot p_1 + t_{ПВ_{2-2}} \cdot p_2 \cdot p_2 + t_{ПВ_{2-3}} \cdot p_2 \cdot p_3 + \dots + t_{ПВ_{2-n}} \cdot p_2 \cdot p_n = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ПВ_{i-j}} \cdot p_i \cdot p_j, \end{aligned}$$

ГДЕ: $t_{BB_{i-j}}, t_{ПП_{i-j}}, t_{ВП_{i-j}}, t_{ПВ_{i-j}}$ – минимально допустимые интервалы времени между смежными взлетно-посадочными операциями «взлет-взлет», «посадка-посадка», «взлет-посадка», «посадка-взлет» для «i» и «j» ВС (секунда);

p_i, p_j – доля i и j ВС в общей интенсивности движения;

i, j – переменные индексы, соответствующие: i-ВС, совершающему взлетно-посадочные операции первым; j-ВС, совершающему взлетно-посадочные операции вторым, при этом i и j последовательно изменяются от 1 до m ;

m – количество типов ВС, рассматриваемых в расчете.

Значения $T_{BB}, T_{ПП}, T_{ВП}, T_{ПВ}$ определяются как средневзвешенные величины из произведений минимально допустимых интервалов времени между возможными комбинациями ВС на их долю в общей интенсивности движения.

Эксперименты и обсуждения

Эффективность пропускной способности и среднее время ожидания рейсов в ожидании взлета являются важными показателями эффективности взлетно-посадочной полосы. В результате сокращения времени задержки рейсов это приводит к снижению расхода топлива, повышению экономической эффективности, уменьшению выбросов вредных газов в воздух. Кроме того, пропускная способность взлетно-посадочной полосы напрямую определяет пропускную способность аэропорта. Существует несколько способов улучшить пропускную способность. Наиболее распространенным из них является строительство дополнительной взлетно-посадочной полосы, что требует значительных строительных и эксплуатационных затрат.

Функционально-структурная модель вычислительных выражений математической модели оценки пропускной способности одной взлетно-посадочной полосы, работающей в порядке чередования взлетно-посадочных полос, представлена на рисунке 1.

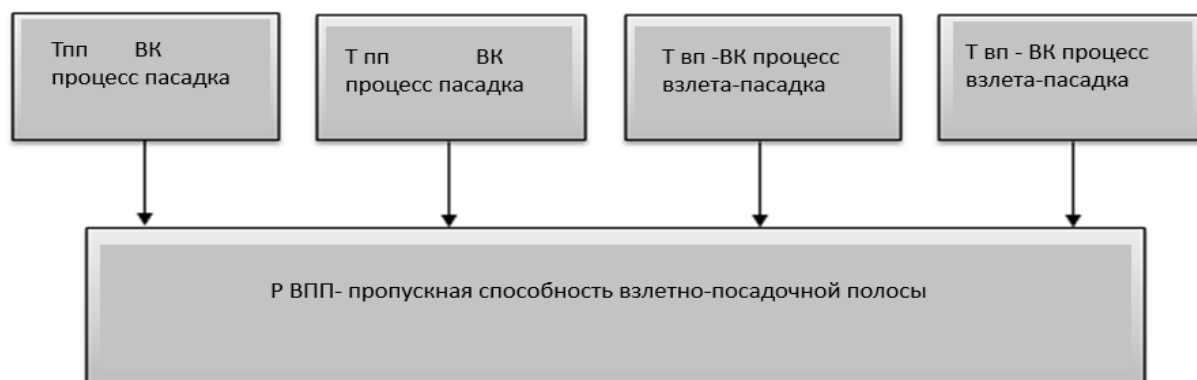


Рисунок 1. Структурная схема оценки пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома

Взлетно-посадочная полоса — это полоса движения, соединенная с взлетно-посадочной полосой под острым углом и позволяющая приземляющимся самолетам разворачиваться с относительно большей скоростью по сравнению с другими полосами, тем самым сокращая время пребывания на взлетно-посадочной полосе [8]. Радиус кривизны на внутренней стороне кривой необходимо, чтобы устье полосы движения было достаточно расширено, чтобы было легче входить в полосу движения и определять повороты на дорогах с быстрым выездом. Полоса движения с быстрым выходом должна содержать правильное расстояние после разворота, достаточное для полной остановки уходящего воздушного судна до того, как оно достигнет другой полосы движения, которую оно пересекает, и не менее следующих значений, когда угол пересечения составляет 30° [9]. В рисунок 2 показано, зависимость скорости воздушного судна от радиуса направления движения на быстром выходе.

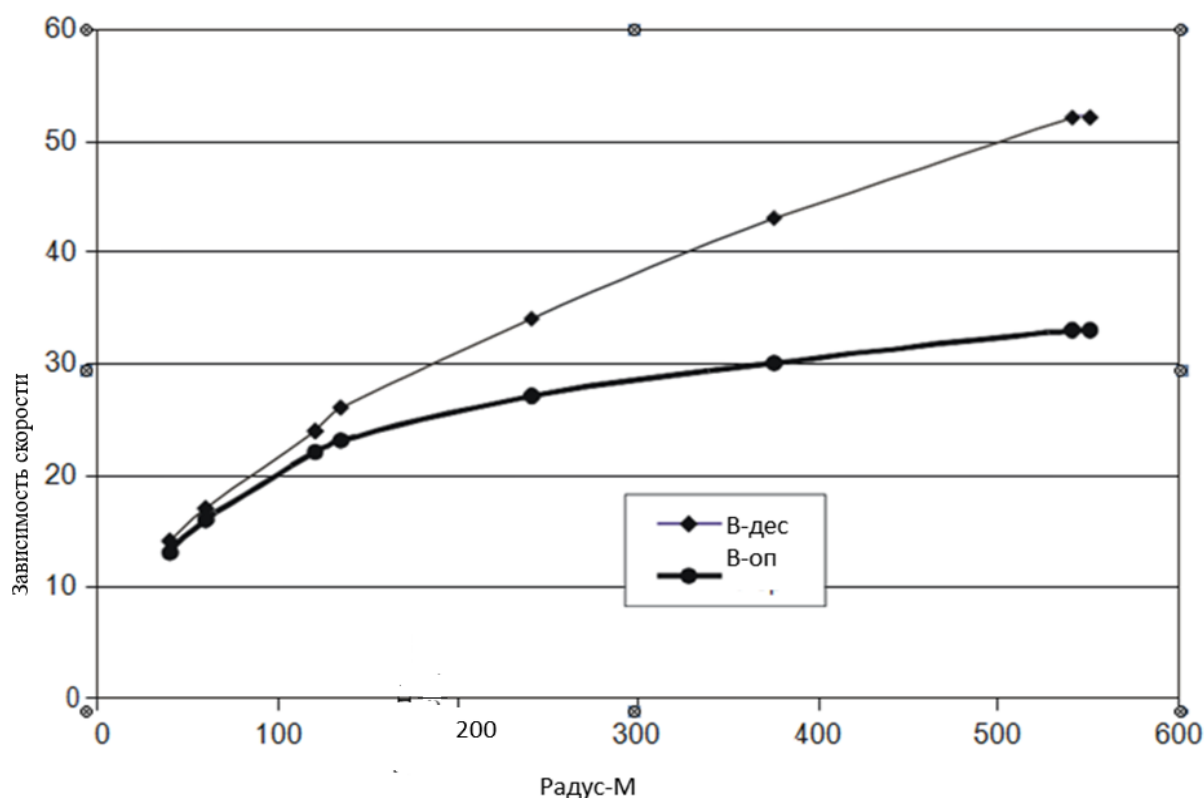


Рисунок 2. Зависимость скорости воздушного судна от радиуса направления движения на быстром выходе.

Полученные результаты показали, что разница во времени, затрачиваемом аэродромом международного аэропорта Ташкент с момента касания взлетно-посадочной полосы до момента покидания взлетно-посадочной полосы в случае применения скоростных взлетно-посадочных полос, составляет от времени, затрачиваемого легкими, тяжелыми и средними самолетами с момента касания

взлетно-посадочной полосы до момента покидания взлетно-посадочной полосы. Совершающие посадку на взлетно-посадочную полосу аэродрома международного аэропорта Ташкент, для легких воздушных судов, с момента приземления и до вылета с использованием взлетно-посадочных полос быстрого движения достигнуто сокращение на 90% времени (рис.3). А для тяжелые воздушные суда с момента приземления до вылета, используя полосы быстрого движения было достигнуто сокращение на 70% времени (рис.4), для средние воздушные суда с момента посадки до вылета, используя полосы быстрого движения было достигнуто сокращение на 80% времени (рис.5).

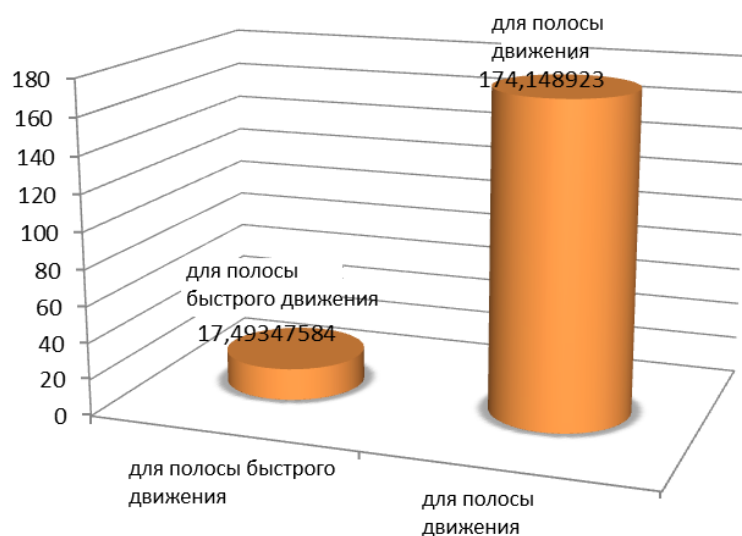


Рисунок 3. Время, затрачиваемое легкими самолетами с момента их касания взлетно-посадочной полосы до момента их покидания (секунд).

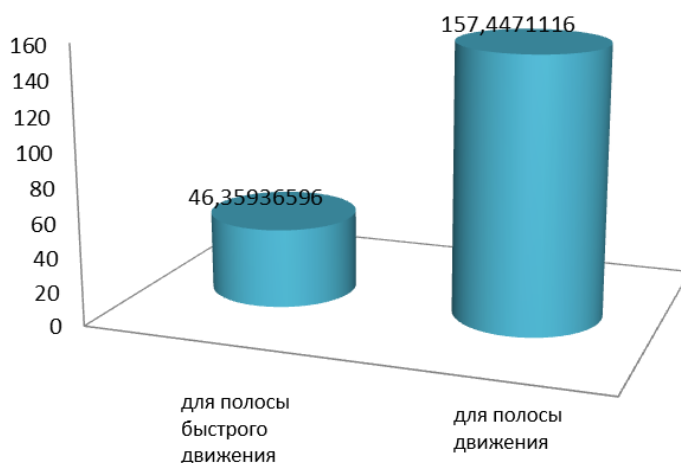


Рисунок 4. Время, затрачиваемое тяжелыми самолетами с момента их касания взлетно-посадочной полосы до момента их покидания (секунд).

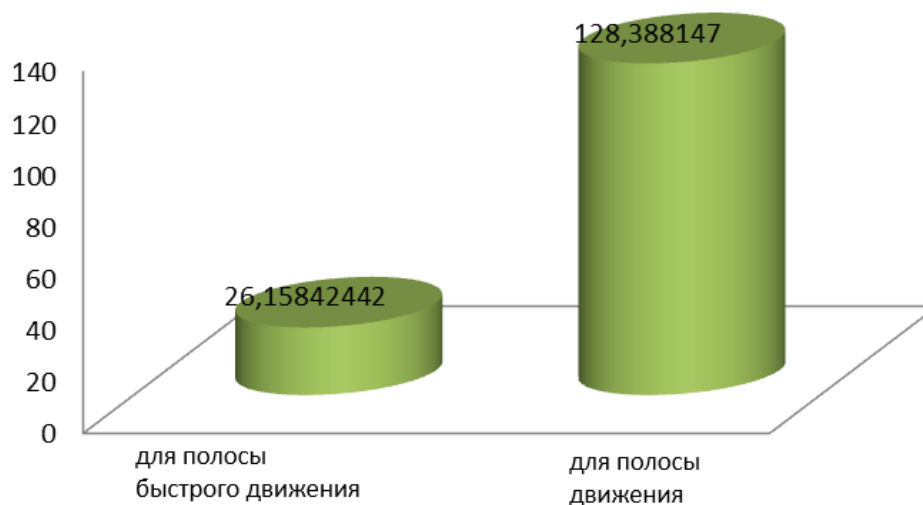


Рисунок 5. В среднем время, затрачиваемое самолетами с момента касания взлетно-посадочной полосы до момента ее покидания(секунд).

В работе разработан метод определения экономической эффективности ВПП, повышающий пропускную способность взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного роста воздушного потока. При этом, к какому типу относится работа самолета в случае использования полосы движения и полосы быстрого, а также сумма, уплачиваемая за взлетно-посадочную полосу.

Следующее выражение определяет экономическую эффективность для случая, когда полосы быстрого движения были применены к взлетно-посадочной полосе за один час:

F - экономическая эффективность взлетно-посадочной полосы за определенный период по отношению к состоянию, в котором полосы движения были применены с применением метода повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочных полос.

$$F = F_{thy} - F_{hy}, \quad (4.1)$$

F_{thy} - прибыли за определенный период для случая, когда n самолетов использовали полосы быстрого движения.

$$F_{thy} = M_{1thy} + M_{2thy} + m_{3thy} + \dots M_{nthy}, \quad (4.2)$$

M_{ithy} — это сумма прибыли, которую самолет получает за один взлет и посадку на взлетно-посадочной полосе с использованием взлетно-посадочных полос быстрого движения.

$$M_{ithy} = S_{ithy} - H_{ithy}, \quad (4.3)$$

F_{hy} - сумма прибыли за определенный период для случая, когда n самолетов использовали полосу движения.

$$F_{hy} = M_{1hy} + M_{2hy} + M_{3hy} + \dots M_{nhy}, \quad (4.4)$$

M_{ihy} — это сумма прибыли, которую самолет получает за выполнение одного взлета и посадки на взлетно-посадочной полосе с использованием полосы движения.

$$M_{ihy} = S_{ihy} - H_{ihy}, \quad (4.5)$$

Здесь;

S_{ithy} — которую приносит самолет для совершения одного взлета и посадки в ВПП с использованием полосы быстрого движения;

H_{ithy} — сумма затрат, причитающихся самолету за совершение одного взлета и посадки с использованием полосы скоростного движения в ВПП;

S_{ihy} — сумма, которую приносит самолет для совершения одного взлета и посадки в ВПП с использованием полосы движения;

H_{ihy} — это сумма затрат, понесенных самолету за выполнение одного взлета и посадки с использованием полосы движения в ВПП.

Методика определения экономической эффективности повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы в условиях сезонного роста воздушного потока позволяет определить, какую выгоду принесет использование взлетно-посадочных полос по сравнению с используемыми.

Определено экономическую эффективность использования взлетно-посадочных полос аэродрома в условиях сезонного роста воздушного потока в международном аэропорту «Ташкент» в качестве фактора повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной. Предположим, что условия сезонного роста воздушного потока составляют около 96 часов в году.

На примере самолета А330 малайзийской авиакомпании Malaysia Airlines в международном аэропорту «Ташкент» и вылетаем в международный аэропорт Куала-Лумпур.

За рейс из на самолете А330 с номером рейса и номером назначения рейса MAS 8440 было уплачено 250022618 (22912USD) Сум. За взлет и посадку за все услуги и расходы на взлетно-посадочной полосе было заплачено 38138488 (3495USD) сум. Мы находим, какую экономическую эффективность приносит один час, учитывая, что один взлет/посадка на взлетно-посадочной полосе стоит 38138488 (3495USD) рупий.

Определим экономическую эффективность для случая, когда самолеты тяжелых типов совершали смешанные взлеты и посадки, обратившись к таблице 4.2.

Рейс из Кул-Таш-Кула на А330 с MAS 8440.

$$S_{1thy} = (3495USD)38138488 \text{ Сум};$$

H_{1thy} — если предположить, что стоимость, затрачиваемая самолету на совершение одного взлета и посадки с использованием полосы быстрого движения ВПП, равна 88% от суммы, которую приносит S_{1thy} ;

$$H_{1thy} = (3075USD)33561869 \text{ Сум};$$

$$S_{1hy} = (3495USD)38138488 \text{ Сум};$$

H_{1hy} – если предположить, что стоимость, затрачиваемая самолету на совершение одного взлета и посадки с использованием полосы скоростного движения S_{1hy} в ВПП, равна 88% от суммы, которую приносит S_{1hy} ;

$$H_{1hy} = (3075USD)33561869 \text{ Сум};$$

$$N_{Hy} = 21 \text{ – количество самолетов, использующих полосу движения};$$

n_{thy} = 23 – количество самолетов, когда используется метод повышения пропускной способности полос быстрого движения;

$$t = 96 \text{ часов.}$$

M_{ithy} — это сумма прибыли, которую самолет приносит за один взлет и посадку с использованием полосы движения на взлетно-посадочной полосе.

$$M_{1thy} = 38138488 - 33561869 = 4576619$$

F_{thy} -n самолетов мы умножили на число, поскольку n самолетов принесли ту же сумму прибыли при определении прибыли в час для случая, когда использовались полосы быстрого движения.

$$F_{thy} = 4576619 + 4576619 = 105262237$$

M_{ihy} — это сумма прибыли, которую самолет приносит за один взлет и посадку с использованием полосы движения на взлетно-посадочной полосе.

$$M_{1hy} = 38138488 - 33561869 = 4576619$$

F_{hy} - мы умножили на число, поскольку n самолетов принесли ту же сумму прибыли при определении прибыли в час для случая, когда n самолетов использовали полосу движения.

$$F_{thy} = 4576619 + 4576619 = 96108999$$

F_1 - экономическая эффективность состояния, в котором применялись полосы быстрого движения за один час, по сравнению с состоянием, в котором применялись полосы движения.

$$F_1 = 105262237 - 96108999 = 9153238$$

F_{96} - экономическая эффективность состояния, в котором применялись полосы быстрого движения в течение девяноста шести часов, по сравнению с состоянием, в котором применялись полосы движения.

Поскольку мы определяем на примере экономическую эффективность в час без пересчета, умножая ее на период сезонного роста воздушного потока в году (час).

$$F_{96} = 9153238 \times 96 = 878710848$$

В таблице приведена экономическая эффективность сравнения в основном на примере самолетов тяжелого типа, выполняющих смешанные взлеты и посадки в течение одного часа на взлетно-посадочной полосе аэродрома международного аэропорта «Ташкент» с использованием и неиспользуемых взлетно-посадочных полос.

Таблица. Экономическая эффективность взлетно-посадочной полосы

| № | Распределение по типам ВС | Сумма при использовании тротуаров движения | | Сумма при использовании полос быстрого движения | | Прибыли при использовании полос быстрого движения | |
|---|---------------------------|--|-------------|---|-----------|---|----|
| | | количество | Сум | количество | Сум | Сум | % |
| 1 | 100% тяжелый | 21 | 96108999 23 | 23 | 105262237 | 9153238 | 10 |

В условиях сезонного роста воздушного потока мы рассмотрели на примере международного аэропорта «Ташкент» метод определения экономической эффективности использования взлетно-посадочных полос с использованием метода определения экономической эффективности повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочных полос. Результаты показали, что при выполнении смешанных полетов тяжелыми типами самолетов экономическая эффективность может быть увеличена на 10% до 9153238 сумов в час и 878710848 сумов в год при условии минимального сезонного роста потока за 96 часов.

Выводы. Экономическая эффективность ВПП при выполнении взлета и посадки тяжелым типом ВС, на примере «Ташкентского» международного аэропорта достигнута 10 %-ный рост, т. е. учитывая, что период сезонного роста потока ВС составляет 96 часов, определено что за час 9 153 238 сум, за год 878 710 848 сум будет сэкономлено.

И.М. Сайдумаров, И.Ж. Бойманов

ҰШУ-ҚОНУ ЖОЛАҒЫНЫҢ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІН АРТТЫРУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Мақалада "Ташкент" халықаралық әуежайының мысалында ұшу-қону жолағының экономикалық тиімділігі анықталды.

Әуе кемелерінің ағынын маусымдық ұлғайту шарттарын ескере отырып, ҰҚЖ өткізу қабілетін арттыру мақсатында ұшу-қону жолағының өткізу қабілетін арттырудың экономикалық тиімділігін айқындау әдісі құрылды. Нәтижесінде ауа ағынының маусымдық өсуі жағдайында әуеайлақтың ұшу-

қону жолағының өткізу қабілетін арттыратын ҰҚЖ-ның экономикалық тиімділігін айқындау әдісі әзірленді. Бұл ретте, жолақ пен жылдам жолақ пайдаланылған жағдайда ұшақтың жұмысы қандай түрге жатады, сондай-ақ ұшу-қону жолағы үшін төленетін сома. "Ташкент" халықаралық әуежайында ауа ағынының маусымдық өсуі жағдайында әуеайлақтың ұшу-қону жолақтарын пайдаланудың экономикалық тиімділігі ұшу-қону жолағының өткізу қабілеттілігінің тиімділігін арттыру факторы ретінде айқындалды.

Нәтижесінде ӘК ағынының маусымдық өсуі жағдайында экономикалық тиімділікті 10% - га арттыруға қол жеткізуге болатындығы, яғни бір жылда 878 710 848 сум үнемдеуге болатындығы анықталды.

Түйін сөздер: Аэродром, ұшу-қону жолағы, экономикалық, тиімділік, авиация, әуежай, ұшақ, өткізу қабілеттілігі.

I.M. Saydumarov, I.J. Boymanov

A METHOD FOR DETERMINING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF INCREASING RUNWAY CAPACITY

Abstract. *The article studied the economic efficiency of the runway was determined by the example of the Tashkent International Airport.*

Taking into account the conditions of a seasonal increase in the flow of aircraft in order to increase runway capacity, a method has been created to determine the economic efficiency of increasing runway capacity. As a result, a method has been developed to determine the economic efficiency of the runway, which increases the capacity of the airfield runway in conditions of seasonal air flow growth. At the same time, what type of operation the aircraft belongs to in the case of using the traffic lane and the fast lane, as well as the amount paid for the runway. The economic efficiency of using the airfield runways in the conditions of seasonal growth of air flow at Tashkent International Airport as a factor in increasing the efficiency of the runway capacity has been determined.

As a result, it was found that in conditions of seasonal growth in the flow of aircraft, it is possible to achieve an increase in economic efficiency by 10%, that is, to save 878,710,848 soums per year.

Keywords: *Airfield, runway, economic, efficiency, aviation, airport, aircraft, capacity.*

Список использованной литературы

1. С.Л. Паршина, И.О. Князева, Д. В. Макаренко, М. В. Сафронов. Анализ перспективных технологий обслуживания взлетно-посадочных полос аэродромов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2017. Том 3. С.92-94.

2. М.С. Кубланов, Н.Б. Бехтина. Математическое моделирование неоднородного состояния взлетно-посадочных полос при решении задач

обеспечения безопасной эксплуатации тяжелых транспортных самолетов // Научный вестник МГТУ ГА. № 154.2010.с.152-154.

3. Н.Б. Бехтина, Н.А. Сметанина. Математическое моделирование движения тяжелых транспортных самолетов на посадке // Научный вестник МГТУ ГА. Том.19, №04, 2016.С.26-30.

4. Li Ang. Research and Design of an Airfield Runway FOD Detection System Based on WSN. International journal of distributed sensor networks (Online), International journal of distributed sensor networks // International Journal of Distributed Sensor Networks 2013(4), PP.1-6.

5. Yu. T. Zyryanov, V. M. Dmitriev. Airfield runway lighting efficiency estimating based on simulating landing process in low visibility // Civil Aviation High Technologies. 2014, (207), PP.82-89.

6. Sundeep Chowdary Daggubati, Nazneen, Subham Sharma, Sulabh raj gurung. Runway design and structural design of an airfield pavement // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 2 Ver. III (Mar- Apr. 2014), PP 10-27 www.iosrjournals.org).

7. Duoyao Zhang, Liangcai Cai, Shaohui Zhou. An Airfield Soil Pavement Design Method Based on Rut Depth and Cumulative Fatigue // Journal of Advanced Transportation Volume 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6032305>. PP. 1-11.

8. I.J. Boymanov, I.M. Sayidumarov, Aeroportlarni uchish-qo‘nish yo‘laklarining o‘tkazuvchanlik qobiliyati yuqori bo‘lishi omillari. // "Авиация ва космик технологияларда таълим ва илмнинг долзарб муаммолари" Республика илмий-техник анжумани // анжуман маърузалари тўплами. Тошкент, 2021. - 302 б.

9. Aerodrome Design Manual. Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays.Doc 9157 AN/901. International Civil Aviation Organization. Fourth Edition — 2005.

References

1. S.L. Parshina, I.O. Knyazeva, D. V. Makarenko, M. V. Safronov. Analiz perspektivnix texnologiy obslujivaniya vzletno-posadochnix polos aerodromov // Aktualnie problemi aviatsii i kosmonavtiki – 2017. Tom 3. S.92-94.

2.M.S. Kublanov, N.B. Bextina. Matematicheskoye modelirovaniye neodnorodnogo sostoyaniya vzletno-posadochnix polos pri reshenii zadach obespecheniya bezopasnoy ekspluatatsii tyajelix transportnix samoletov // Nauchniy vestnik MGTU GA. № 154.2010.s.152-154.

3. N.B. Bextina, H.A. Smetanina. Matematicheskoye modelirovaniye dvijeniya tyajelix transportnix samoletov na posadke // Nauchniy vestnik MGTU GA. Tom.19, №04, 2016.S.26-30.

4. Li Ang. Research and Design of an Airfiyeld Runway FOD Detection System Based on WSN. International journal of distributed sensor networks (Onlayn), International journal of distributed sensor networks // International Journal of Distributed Sensor Networks 2013(4), PP.1-6.

5. Yu. T. Zyryanov, V. M. Dmitriyev. Airfiyeld runway lighting efficiyency estimating based on simulatng landing process in low visibility // Civil Aviation High Technologiyes. 2014, (207), PP.82-89.

6. Sundeep Chowdary Daggubati, Nazneyen, Subham Sharma, Sulabh raj gurung. Runway design and structural design of an airfiyeld pavement // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineeyering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issuye 2 Ver. III (Mar- Apr. 2014), PP 10-27 www.iosrjournals.org).

7. Duoyao Zhang, Liangcai Cai, Shaohui Zhou. An Airfiyeld Soil Pavement Design Method Based on Rut Depth and Cumulative Fatiguye // Journal of Advanced Transportation Volume 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6032305>. RR. 1-11.

8. I.J. Boymanov, I.M. Sayidumarov, Aeroportlarni uchish- qo ‘nish yo ‘laklarining o ‘tkazuvchanlik qobiliyati yuqori bo ‘lishi omillari. // "Aviatsiya va kosmik texnologiyalarda ta’lim va ilmning dolzarb muammolari" Respublika ilmiy- texnik anjumani // anjuman ma’ruzalari to ‘plami. Toshkent, 2021. - 302 b.

9. Aerodrome Design Manual. Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays.Doc 9157 AN/901. International Civil Aviation Organization. Fourth Edition — 2005.

| | |
|--|--|
| Сайдумаров Илхомжан Миралимович | к.ф.-м.н., доцент кафедры «Системы аэронавигации» Ташкентского государственного транспортного университета, E-mail: saidilh@mail.ru |
| Сайдумаров Илхомжан Миралимович | ф.-м.ф.к., Ташкент мемлекеттік көлік университеті «Аэронавигация жүйесі» кафедрасының доценті, E-mail:saidilh@mail.ru |
| Saydumarov Ilkhomzhan Miralinovich | Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of "Air Navigation Systems" of Tashkent State Transport University, E-mail: saidilh@mail.ru |

| | |
|-----------------------------|---|
| Боймонов Ислон Жураевич | PhD, ст. преподаватель кафедры «Системы аэронавигации» Ташкентского государственного транспортного университета, E-mail: juraevich.islom@mail.com |
| Боймонов Ислон Жураевич | PhD, Ташкент мемлекеттік көлік университетінің "аэронавигация жүйесі" кафедрасының аға оқытушысы, E-mail: juraevich.islom@mail.com |
| Boymanov Islam Juraevich | PhD, Senior lecturer at the Department of "Air Navigation Systems" of Tashkent State Transport University, E-mail: juraevich.islom@mail.com |