

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

MPHTI 73.37.21

[https://doi.org 10.53364/24138614_2024_33_2_6](https://doi.org/10.53364/24138614_2024_33_2_6)

¹И. М. Сайдумаров, ¹И. Ж. Бойманов*

¹Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Узбекистан

* E-mail: juraevich.islom@mail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АЭРОПОРТОВ В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОГО РОСТА ПАССАЖИРОПОТОКОВ

Аннотация: В работе создан метод повышения пропускной способности скоростных рулежных дорожек в целях повышения эффективности взлетно-посадочной полосы с учетом условий сезонного роста потока воздушных судов и разработано инструментальное средство в виде алгоритма и программного комплекса.

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

В связи с тем, что спрос на авиационную отрасль в мире растет с каждым днем, а также в результате увеличения количества авиаперелетов в аэропортах, особое внимание уделяется вопросам повышения пропускной способности взлетно-посадочных полос. Воздушные суда могут тратить чрезмерное количество времени в процессе движения по взлетно-посадочным полосам, что может привести к задержкам рейсов. Эта проблема также наблюдается в аэропортах развитых стран, в том числе в таких странах, как Турция, Англия, Южная Корея, Германия, Испания, Италия, США, Китай, Япония, Сингапур, Австралия, ОАЭ, Франция, где особое внимание уделяется вопросам увеличения пропускной способности взлетно-посадочных полос [1-3]. Поэтому одной из насущных проблем является, прежде всего, повышение эффективности

пропускной способности взлетно-посадочной полосы для обеспечения качественного обслуживания пассажиров.

В условиях сезонного роста потока воздушных судов в мире большое внимание уделяется научно-исследовательским работам по повышению и улучшению пропускной способности взлетно-посадочных полос аэродрома. Особое значение приобретает проведение научно-исследовательских работ по повышению эффективности пропускной способности взлетно-посадочных полос за счет сокращения времени руления воздушных судов, в том числе в процессе взлетов-посадок на аэродромах, с соблюдением всех законодательных норм, относящихся к авиационной отрасли. В этой связи актуальными задачами являются внедрение и разработка методов оценки и повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного роста потока воздушных судов.

В настоящее время в международных аэропортах мира, где много авиаперелетов, ведутся активные работы по повышению пропускной способности взлетно-посадочных полос аэродрома. Проанализированы взлетно-посадочные полосы аэродромов международных аэропортов с наибольшим в мире пассажиропотоком и движением воздушных судов, а также грузоперевозками по итогам 2021 года.

В работе проанализированы методы обеспечения работоспособности и бесперебойной работы взлетно-посадочной полосы аэродрома аэропортов с высоким потоком воздушных судов, а также оценка пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома.

Было проведено анализ работы взлетно-посадочной полосы (ВПП) аэродрома аэропорта с большим потоком воздушных судов (ВС). Анализ данных о самых загруженных аэропортах мира по пассажиропотоку и грузопотоку, а также авиаперевозкам выявил, что существует ряд факторов, которые сокращают время обслуживания воздушных судов в аэропорту и повышают эффективность пропускной способности.

Проведен анализ параметров работы взлетно-посадочных полос аэродрома и рулежных дорожек аэропортов Республики Узбекистан в условиях сезонного роста потока воздушных судов.

Проанализирован ряд методов повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы и обеспечения ее бесперебойной работы.

1-метод. Налаживание эффективного обмена информацией внутри аэропорта.

2-метод. Использование имеющихся возможностей.

3-метод. Адаптация к спросу.

4-метод. Обеспечение правильной последовательности взлетов и посадок.

5-метод. Обеспечение последовательного обслуживания.

В большинстве случаев после этих мер эффективность пропускной способности увеличивается на 10...25 %. Вышеуказанные методы служат для повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома даже в условиях сезонного роста потока воздушного судна.

Для оптимизация пропускной способности аэропортов в условиях сезонного роста пассажиропотоков описан скоростной РД, и увеличения ее пропускной способности, а также способы обеспечения бесперебойной работы ВПП.

Угол пересечения скоростной рулежной дорожки с взлетно-посадочной полосой должен быть не более 45 градусов и не менее 25 градусов, в идеальном случае – более 30 градусов. Скоростные рулежные дорожки положительно влияют на увеличение пропускной способности взлетно-посадочной полосы по мере увеличения интенсивности движения воздушных судов, составляя один из аспектов пропускной способности аэропорта.

Под пропускной способностью взлетно-посадочной полосы аэропорта понимается количество самолетов, взлетающих и приземляющихся на взлетно-посадочную полосу. Чем больше самолетов используют взлетно-посадочную полосу для посадки и взлета, тем больше пропускная способность взлетно-посадочной полосы.

Процессы, происходящие при математическом моделировании повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома, представляют собой описание явлений, представленных математическими операциями, также является мощным методом процесса оценки, прогнозирования и контроля, а анализ дает возможность адекватно определить природу изучаемого явления.

На основе методологии IDEF0 подробно рассмотрим модель «Повышение пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома» (рис. 1) [4-5].

Стрелки ввода ($L_{ВПП}$, $L_{\text{старт}}$, ... $L_{\text{срд}}$) в левой части данной модели представляют переменные, необходимые для запуска процесса моделирования. Стрелка ввода, вставленная в верхнюю часть модели, представляет правила и ограничения, которые необходимо соблюдать в процессе моделирования, то есть в данном случае рекомендуемые методы и стандарты, разработанные Международной организацией гражданской авиации (ICAO). Стрелка снизу представляет собой стрелку-колокольчик, которая указывает на дополнительный ресурс, необходимый для выполнения данной задачи, а в данном случае – на специальный программный инструмент, разработанный для моделирования. Стрелка с правой стороны модели представляет параметры, полученные в конце моделирования, то есть результирующие значения. Именно эти параметры в конечном итоге анализируются и оцениваются.



Рисунок 1. Структурная схема математической модели повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома на основе методологии IDEF0

На основе «Математической модели увеличения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэропорта» создан «Алгоритм увеличения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэропорта» (Рис.2).

Для увеличения потока воздушных судов разработан алгоритм повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома с учетом условий сезонного роста потоков воздушных судов. Так как не имеется возможность введения всех выражений в блоки алгоритма, мы ввели только полученные величины.

Framework.net использовался при разработке программы ЭВМ «BOYMAN-AIR», позволяющей повысить пропускную способность взлетно-посадочной полосы аэропорта в условиях сезонного роста потока воздушных судов, за счет версии .net 6.0 языка программирования C#. «Программа ЭВМ «BOYMAN-AIR», позволяющая повысить пропускную эффективность взлетно-посадочной полосы аэропорта, позволяет повысить пропускную способность как взлетно-посадочных полос, так и скоростных взлетно-посадочных полос на основе разработанных нами методов. Данная программа сравнивает разницу количества самолетов при использовании обычных рулежных дорожек и рулежных дорожек, и представляет в графической и процентной форме. Для работы программы ЭВМ «BOYMAN-AIR» вводятся параметры аэропорта и самолета. Программа ЭВМ «BOYMAN-AIR» подготовлена в соответствии со всеми нормативными документами, применяемыми в сфере авиации.

На рисунке 3 в главном окне программы ЭВМ «BOYMAN-AIR», показана эффективность ВПП в процентах и количестве ВС для случая использования и не использования скоростных рулежных дорожек. На рисунке 4 представлено графическое представление эффективности пропускной способности ВПП для случая использования и не использования скоростных рулежных дорожек, в

разрезе количества воздушных судов, для операции посадка за посадкой, и попеременной (смешанной) операции.

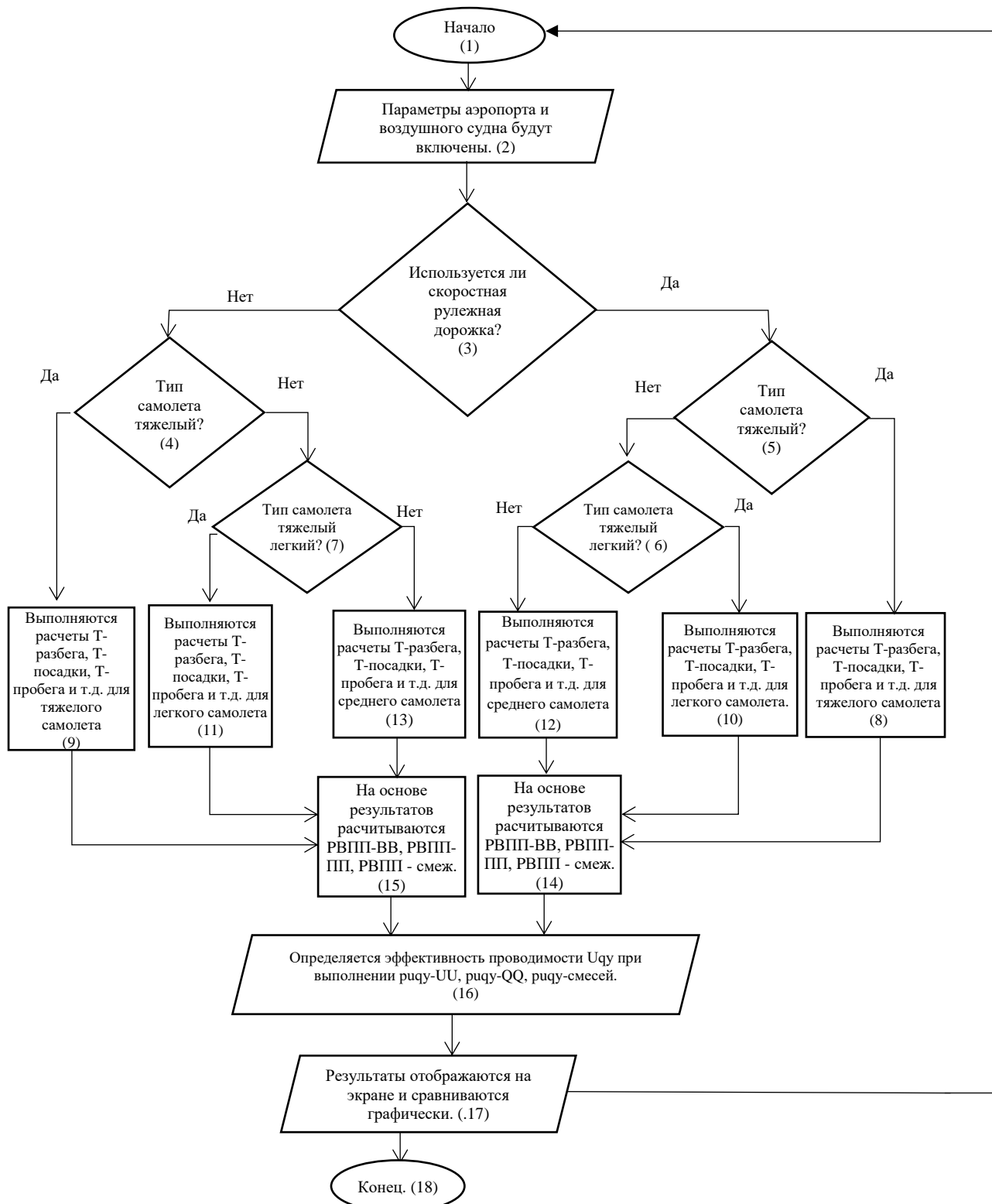


Рисунок 2. Алгоритм повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома



Рисунок 3. Главное окно программы экспозиции «BOYMAN-AIR»

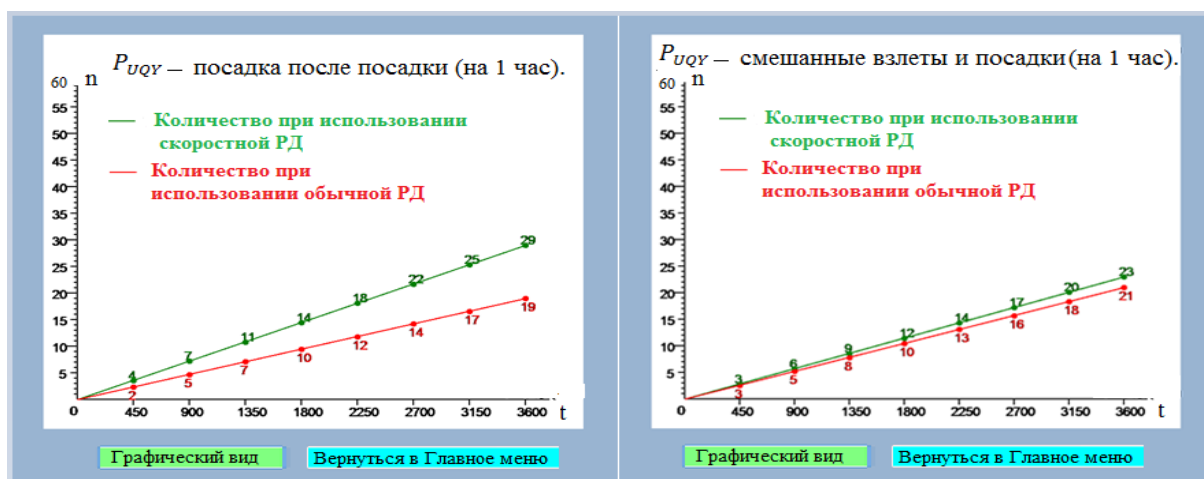


Рисунок 4. Графическое окно программы «BOYMAN-AIR»

Заключение. Создан метод повышения пропускной способности скоростных рулежных дорожек в целях повышения эффективности взлетно-посадочной полосы с учетом условий сезонного роста потока воздушных судов. В результате, было достигнуто повышение эффективности взлетно-посадочной полосы за счет эффективного использования скоростной рулежной дорожки в условиях сезонного роста потока воздушных судов.

Разработана математическая модель повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы с учетом последовательности выполнения полетов для уменьшения задержек воздушных судов на взлетно-посадочной полосе. В результате было достигнуто снижение задержек ВС на взлетно-посадочной полосе.

И. М. Сайдумаров, И. Ж. Бойманов

ЖОЛАУШЫЛАР АҒЫНЫНЫҢ МАУСЫМДЫҚ ӨСУІ ЖАҒДАЙЫНДА ӘУЕЖАЙЛАРДЫҢ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Жұмыста әуе кемелері ағынының маусымдық өсу жағдайларын ескере отырып, ұшу-қону жолағының тиімділігін арттыру мақсатында жоғары жылдамдықты таксомоторлық жолдардың өткізу қабілетін арттыру әдістемесі жасалды және алгоритм мен бағдарламалық қамтамасыз ету түріндегі құрал әзірленді.

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

I.M.Saidumarov, I.Zh. Boymanov

MODELING AND OPTIMIZATION OF AIRPORT CAPACITY IN CONDITIONS OF SEASONAL PASSENGER TRAFFIC GROWTH

Abstract. The paper creates a method for increasing the capacity of high-speed taxiways in order to increase the efficiency of the runway, taking into account the conditions of seasonal growth in the flow of aircraft, and develops a tool in the form of an algorithm and a software package.

Keywords: Airfield, runway, efficiency, aviation, airport, aircraft, throughput.

Перечень использованной литературы

1. Статистика международного аэропорта Атланты Хартсфилд-Джексон. Проверено 15 февраля 2022 г.

2. Дж. Риссман, Сараванан Аруначалам, М. Вуди, Джейсон Уэст. Комплексный подход к характеристике воздействия авиационных выбросов на качество воздуха в международном аэропорту Атланты Хартсфилд–Джексон // Химия атмосферы и физические исследования. Проверено 15 февраля 2023 г. DOI:10.5194/acp-13-9285-2013.

3. Грегори Яблонски, Ричард Стекель, Денис Консталес, Джон Фарнан, Статистика задержек рейсов в международном аэропорту Атланты Хартсфилд-Джексон // Журнал управления авиакомпаниями и аэропортами. Проверено 12 марта 2022 г. DOI:10.3926/jairm.22.

4. Шамсиев 3.3. Цифровизация учебно-методического обеспечения подготовки авиационных диспетчеров. Международный журнал авиации, воздухоплавания и аэрокосмической промышленности (США). Международный журнал авиации, воздухоплавания и аэрокосмической промышленности. 2021, стр. 1-15.

5. Шамсиев З.З. Методология сближения программы обучения с профессиональной деятельностью авиационных специалистов. Международный журнал авиации, воздухоплавания и аэрокосмической промышленности (США). Международный журнал авиации, воздухоплавания и аэрокосмической промышленности. 2021, стр. 1-18.

References

1. Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport Statistics. Retrieved February 15, 2022.

2. J. Rissman, Saravanan Arunachalam, M. Woody, Jason West. A plume-in-grid approach to characterize air quality impacts of aircraft emissions at the Hartsfield–Jackson Atlanta International Airport// Atmospheric Chemistry and Physics. Retrieved February 15, 2023 DOI:[10.5194/acp-13-9285-2013](https://doi.org/10.5194/acp-13-9285-2013).

3. Gregory Yablonsky, Richard Steckel, Denis Constales, John Farnan, Flight delay performance at Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport // Journal of Airline and Airport Management. Retrieved March 12, 2022. DOI:[10.3926/jairm.22](https://doi.org/10.3926/jairm.22).

4. Z.Z. Shamsiyev. Digitalization of Educational and Methodological Support for the Training of Aviation Dispatchers. International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace (USA). International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace. 2021, PP. 1-15.

5. Z.Z. Shamsiyev. Methodology for Convergence of the Training Program with the Professional Activities of Aviation Specialists. International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace (USA). International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace. 2021, PP. 1-18.

Сайдумаров Илхомжан Миралимович	к.ф.-м. н., доцент кафедры «Системы аэронавигации» Ташкентский государственный транспортный университет E-mail: saidilh@mail.ru
Бойманов Жураевич	Ислом PhD, ст.преп. кафедры «Системы аэронавигации» Ташкентский государственный транспортный университет E-mail: juraevich.islom@mail.com

Сайдумаров Илхомжан Миралимович	ф.-м. ф. к., "Аэронавигация жүйесі" кафедрасының доценті Ташкент мемлекеттік көлік университеті E-mail: saidilh@mail.ru
Бойманов Жураевич	Ислом PhD, "Аэронавигация жүйелері" кафедрасының аға оқытушысы Ташкент мемлекеттік көлік университеті E-mail: juraevich.islom@mail.com

Saydumarov Ikhomzhan Miralinovich	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of "Air Navigation Systems" Tashkent State Transport University E-mail: saidilh@mail.ru
Boymanov Islam Juraevich	PhD, Senior Lecturer at the Department of "Air Navigation Systems" Tashkent State Transport University E-mail: juraevich.islom@mail.com