

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ В АЕРОПОРТАХ

Сучасна концепція обслуговування авіапасажирів «швидка подорож» потребує прийняття рішень щодо оптимізації технології аеропортових формальностей. В статті наведено приклад розрахунків по всіх етапах технології обслуговування пасажирів в аеропорту з врахуванням існуючої інтенсивності обслуговування, витрат на експлуатацію устаткування та продуктивності сучасного обладнання. Продемонстровано використання програми STORM, яка дозволяє розв'язувати задачі теорії масового обслуговування із врахуванням як технічних так і економічних критеріїв ефективності.

Ключові слова: авіапасажири, технологія обслуговування, теорія масового обслуговування.

Современная концепция обслуживания авиапассажиров «быстрое путешествие» нуждается в принятии решений относительно оптимизации технологии аэропортовых формальностей. В статье приведен пример расчетов по всем этапам технологии обслуживания пассажиров в аэропорту с учетом существующей интенсивности обслуживания, затрат на эксплуатацию и производительности современного оборудования. Продемонстрировано использование программы STORM, которая позволяет решать задачи теории массового обслуживания с учетом как технических, так и экономических критериев эффективности.

Ключевые слова: авиапассажиры, технология обслуживания, теория массового обслуживания.

The modern concept of air passenger service "Fast Travel" stipulate for decision-making concerning the airport formalities technology optimization. An example of the calculations for all passenger service technology stages in the airport is submitted in the article. The service intensity, operation costs and performance of modern equipment were taken into account. Using the STORM software program is demonstrated. This program allows solving the waiting theory problems taking into account both technical and economic efficiency criteria.

Key words: air passengers, service technology, the waiting theory.

Вступ

Обслуговування авіапасажирів під час перевезення повітряним транспортом включає цілий ряд процедур, що виконуються в аеропортах. Основна ціль аеропортових формальностей спрямована на забезпечення гарантії перевезення, дотримання умов безпеки польотів, а також виконання вимог різних державних органів, що застосовуються до громадян, які користуються послугами авіаперевізників.

Аналіз технологій обслуговування авіапасажирів в міжнародних аеропортах України показує, що в основному застосовується стандартна порейсова процедура, яка включає проходження митного контролю, реєстрацію на рейс, паспортного контролю та контролю на авіабезпеку. Процеси глобалізації, зміна ритму життя, впровадження комплексних ІТ-технологій змушує керівників аеропортів думати про підвищення комфорту при проходженні пасажирами всіх видів контролю, реєстрації та посадки на рейс.

Приведення інфраструктури авіаційного транспорту у відповідність з міжнародними вимогами для забезпечення ефективної технології обслуговування пасажирів, обробки багажу, вантажу та пошти є важливою складовою стратегії України, яка спрямована на забезпе-

чення конкурентоспроможності держави на світовому ринку [1]. Основні міжнародні вимоги представлені в правилах, процедурах, рекомендаціях і методичних матеріалах розроблених міжнародними організаціями цивільної авіації ICAO (Міжнародна організація цивільної авіації) і IATA (Міжнародна асоціація повітряного транспорту).

Аналіз публікацій

В ряді вітчизняних та закордонних наукових роботах пропонуються різні методи і моделі оптимізації технологічних процесів в аеропортах. На думку автора дисертаційної роботи [2] математичне моделювання технологічних процесів в аеропортах повинне містити в собі три основні напрямки: моделювання процесів, пов'язаних з поведінкою авіапасажира, моделювання технологічних процесів у системі цивільної авіації, формування технології обслуговування пасажирів. Основне значення має модель підготовки повітряного судна до вильоту, ця модель дозволяє зв'язати в єдину систему як процеси обслуговування авіапасажирів, так і інші виробничі фактори в аеропорту. Процес обслуговування пасажирів розбито автором на два вузли генерації заявок. Перший вузол моделює процес прибуття пасажирів в аеропорт.

Момент реєстрації заявок – момент прибуття пасажира в аеропорт. Другий вузол генерації заявок – необхідність обробки багажу пасажира після реєстрації. Цільова функція побудованих моделей указує на необхідність вибору таких параметрів, при яких середній час перебування пасажира в аеропорту мінімально відхиляється від розрахованого на підставі використання апарата полумарковських процесів. Аналіз роботи [2] показав, що розроблена автором модель дозволяє визначити такі характеристики системи обслуговування як оптимальні часові параметри початку та закінчення реєстрації пасажирів.

В роботі [3] визначено ряд можливих критеріїв оцінки ефективності функціонування аеропорту. По-перше це соціальний критерій, що враховує рівномірність завантаження різних виконавців s -ї операції, зайнятих проведенням однієї й тієї ж операції обслуговування рейсу по кожній службі аеропорту. Даний критерій ефективності, за думкою автора роботи [3], можна використовувати для визначення кількості виконавців та необхідності різних змін для проведення s -ої операції при обслуговуванні повітряного судна, пасажирів, вантажу. Другий критерій – мінімізація технічних засобів обслуговування, необхідних для виконання s -ої технологічної операції при роботі аеропорту. Критерій ефективності використання пересувних засобів обслуговування – третій критерій – було виражено через мінімальну величину сумарного пробігу. Застосування даного критерію мало сприяти зменшенню витрат палива, зниженню зношування гуми й покриття перону. Також пропонуються такі критерії як мінімальні економічні збитки, які наносяться аеропорту затримкою r -го рейсу протягом деякого часу t , та максимізація комерційного завантаження.

Перераховані в роботі [3] критерії є цілком обґрунтованими, але процес моделювання виконано частково, бо не визначені обмеження моделі, засоби розв'язання побудованих моделей та оцінка адекватності.

В нормах технологічного проектування аеровокзалів [4] представлені критерії оцінки рівня механізованої та автоматизованої праці по основних процесах технологічного обслуговування пасажирів. Згідно вищезазначеного документа рівень механізованої й автоматизованої праці для аеропорту пропускної здатності більш 2500 пас./год. повинен становити не менш 65 %, а продуктивність праці персоналу, зайнятого основним технологічним обслугову-

ванням пасажирів – 18000 пас./людину.

Методичні рекомендації [4] є простими у застосуванні, але можуть застосовуватися для приблизних розрахунків відповідності автоматизації технологічних процесів обслуговування пасажирів деяким нормам (зазначимо, що ці норми були встановлені, ще за часів СРСР), не дозволяючи визначити оптимальні характеристики системи обслуговування взагалі.

В підсумку відзначимо, що матеріали проаналізованих робіт є корисним, але потребують подальшої деталізації, опису параметрів, критеріїв і розробки моделей оптимізації технологій обслуговування пасажирів в аеропорту. Пропонується розглядати аеропортові процедури як систему масового обслуговування, і, відповідно, використати методи теорії масового обслуговування.

Ціль і постановка задачі

Однією із задач оптимізації технології обслуговування пасажирів в аеропортах є визначення оптимальних зв'язків між характеристиками вхідного потоку пасажирів, інтенсивністю їхнього обслуговування і кількістю обслуговуючих апаратів. Апаратами обслуговування для вхідного потоку пасажирів є комплекс засобів механізації, автоматизації, ІТ-устаткування, призначений для виконання технологічних процесів. Розв'язання даної оптимізаційної задачі має забезпечувати технічно доцільний і економічно ефективний рівень проведення робіт і відповідну продуктивність праці обслуговуючого персоналу.

Ціллю статті є представлення результатів застосування методики з оптимізації характеристик системи обслуговування пасажирів в аеропортах.

Результати дослідження

Наземне обслуговування пасажирів повітряного транспорту в аеровокзалах аеропортів являє собою характерний приклад системи масового обслуговування з чеканням, стан якої міняється в часі випадковим чином [5].

Типи устаткування визначаються з урахуванням технологічних схем організації обслуговування пасажирів; типів літаків, що обслуговуються в аеропорту; об'ємно-планувального рішення аеровокзалу; уніфікації засобів за їх технологічним призначенням; розмірів площ і висот приміщень, експлуатаційних якостей матеріалів обробки приміщень.

У загальній моделі системи масового обслуговування встановлюється функціональна залежність ймовірностей (p_n) того, що в системі перебуває n клієнтів (пасажирів) від інтенсивності входження в систему клієнтів за умови, що в системі вже перебуває n клієнтів (λ_n), і інтенсивності вихідного потоку обслужених клієнтів за умови, що в системі перебуває n клієнтів (μ_n). Ці ймовірності використовуються потім при визначенні функціональних характеристик обслуговуючої системи, таких як середня довжина черги, середній час очікування й середній коефіцієнт використання сервісів [6].

Стосовно до аеровокзалу аеропорту вхідним потоком є потік пасажирів, що прибули в аеровокзал для проходження формальностей, чи потік пасажирів, що прилетіли в даний аеропорт. Наряду із вхідним потоком пасажирів варто розглядати також вхідний потік багажу, як правило, відокремлюваний в аеровокзалах від потоку пасажирів і минаючий багатофазове обслуговування.

Попередні експериментальні розрахунки за статистичними даними одного із українських аеропортів показали, що вузькими місцями, з точки зору наявних площин та кількості обладнання, є митний та імміграційний контролі як по прильоту так і по вильоту.

Виходячи із сучасних вимог застосування технологій «швидкої подорожі» (самореєстрація, біометричний паспортний контроль і т.д.) було проведено оцінку ефективності даних технологій обслуговування пасажирів. Розрахунки проводилися за допомогою програми STORM, яка використовується для розв'язання задач теорії масового обслуговування.

За попередніми даними в терміналі аеропорту для реєстрації пасажирів на авіарейси було обладнано 32 стійки порейсової реєстрації. Нехай потік пасажирів, що вилітають із аеропорту, є випадковим, ординарним і розподілений за законом Пуассона з інтенсивністю 26 пасажирів за хвилину. Тривалість реєстрації квитка одного пасажирів є також випадковою величиною. Статистичні спостереження виявили, що вона розподілена за показовим законом із середнім значенням 2 хв. Черга обмежена довжиною 15 пасажирів, дисципліна черги – PCFS (першим прийшов – першим обслуговується).

За умовами поставленої задачі необхідно:

а) провести аналіз типу системи масового обслуговування;

б) розрахувати показники ефективності функціонування системи масового обслуговуван-

ня з виконання аеропортових формальностей;

в) зробити аналіз функціонування обслуговуючої системи та її підсистем;

г) оцінити якість обслуговування пасажирів;

д) визначити оптимальну кількість пунктів контролю та реєстрації.

Приклад вікна з результатами розрахунків у програмі STORM наведено на рис. 1.

check-in	
STATION 1 : M / M / c / K	
Q U E U E S T A T I S T I C S	
Number of identical servers	32
Mean arrival rate	26.0000
Mean service rate per server	0.5000
Waiting room capacity	15
Mean server utilization (%)	99.9800
Expected number of customers in queue	13.4054
Expected number of customers in system	45.3990
Probability that a customer must wait	0.9999
Probability of service denial	0.3847

Рис. 1. Екран розрахунку ефективності роботи системи обслуговування пасажирів в аеропорту (програма STORM)

У програму STORM було введено наступні вхідні дані:

– Number of identical servers – кількість обслуговуючих каналів – 32 стійки;

– Mean arrival rate – середня інтенсивність вхідного потоку – 26 пас.;

– Mean service rate per server – середня інтенсивність обслуговування, величина, обернена до середньої тривалості обслуговування – 0,5пас./хв.;

– Waiting room capacity – довжина черги – 15 пас.

Далі за введеним в програму алгоритмом розв'язання задачі теорії масового обслуговування розраховуються показники, що характеризують ефективність роботи системи обслуговування пасажирів, а саме:

– Mean server utilization (%) – середній коефіцієнт зайнятості каналів обслуговування (відносна пропускна здатність системи масового обслуговування) – 99,98 %, тобто система обслуговування на етапі реєстрації авіаквитків завантажена майже на 100 %.

– Expected number of customer in queue – середня кількість вимог в черзі – 13,4 пас./хв.

– Expected number of customer in system – середня кількість вимог в системі – 45,3 пас./хв.

– Probability that a customer must wait – ймовірність того, що вимога буде стояти в черзі – 0,99, тобто майже всі пасажирів мають очікувати реєстрацію в черзі.

– Probability of service denial – ймовірність відмови в обслуговуванні – 0,38, що говорить про високий ризик затримок рейсу, через перевантаження стійок реєстрації.

Далі проводиться розрахунок оптимальної кількості каналів обслуговування (стійок реєстрації) за критерієм мінімізації сумарних витрат (тобто витрат на утримання каналів обслуговування та штрафів за очікування в черзі та відмову в обслуговуванні). При умові, що витрати на експлуатацію однієї стійки становлять 0,7 дол. США/хв.; штраф за очікування обслуговування в черзі – 0,01 дол. США/хв.; штраф за можливе спізнення на рейс – 500 дол. США. Програма рекомендує збільшити кількість стійок до 51 шт., при цьому витрати зменшаться на 4071,37 дол. США.

На рис. 2 можна побачити стани системи, тобто кількість вимог (пасажирів) в системі (0, 1, 2, ...) та ймовірність цього стану.

Подальші розрахунки в програмі STORM показали, що зменшення часу на процедуру реєстрації до 30 сек./пас. при незмінних інших умовах зменшує необхідну кількість стійок реєстрації на 20, тобто оптимальним буде 12 стійок.

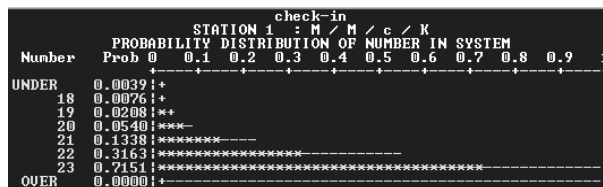


Рис. 2. Графічне зображення ймовірності стану системи обслуговування на етапі реєстрації

За наведеним алгоритмом було виконано та проаналізовано розрахунки по всіх етапах технології обслуговування пасажирів з врахуванням існуючої інтенсивності обслуговування, витрат на експлуатацію устаткування та продуктивності сучасного обладнання з відповідним програмним забезпеченням (табл. 1). Так, наприклад, розрахунки показали значне скорочення оптимального значення каналів обслуговування (інтроскопів, пунктів контролю) в аеровокзалі – від 50 до 68 % – при зменшенні часу обслуговування з 1-1,5 хв. на одне багажне місце до 0,5 хв.

Таблиця 1

Оцінка зміни ефективності технології обслуговування пасажирів в аеропорту за рахунок підвищення продуктивності засобів автоматизації процесів

Етапи технології	Митний контроль – виліт (кількість інтроскопів)	Паспортний контроль – виліт (пункти контролю)	Контроль на безпеку (кількість інтроскопів)	Паспортний контроль – прибуття (пункти контролю)	Конвеєри видачі багажу	Митний контроль – прибуття (кількість інтроскопів)
Характеристики						
Кількість обслуговуючих каналів	4	10	2	10	2	12
Середня інтенсивність вхідного потоку	52 багаж. місця / хв.	26 пас./хв.	52 багаж. місця/хв.	30 пас./хв.	60 багаж. місць/хв.	60 багаж. місць/хв.
Фактична середня інтенсивність обслуговування	1,5 хв./багаж. місце.	1,5 хв./пас.	1 хв./багаж. місце	1,5 хв./пас.	1 хв./багаж. місце	1,5 хв./багаж. місце.
Проектна середня інтенсивність обслуговування	0,5 хв./багаж. місце.	0,5 хв./пас.	0,5 хв./багаж. місце	0,5 хв./пас.	0,5 хв./багаж. місце	0,5 хв./багаж. місце.
Оптимальна кількість каналів обслуговування за фактичної середньої інтенсивності обслуговування	77	38	51	44	59	89
Проектна оптимальна кількість каналів обслуговування	25	12	25	14	29	29
Відсоток зменшення кількості каналів обслуговування	67,5	68,4	51,0	68,2	50,8	67,4

Висновки

Враховуючи інтенсивність розвитку авіаційної індустрії в світі та високу залежність від економічних процесів оптимізація техно-

логії обслуговування пасажирів в аеропортах буде завжди актуальною і має розглядатися як при стратегічному так і при оперативному управлінні діяльністю.

За даними аналізу стану технологій в авіаіндустрії, інвестиції необхідно направляти

на придбання сучасних ІТ-технологій, які значно спрощують процедури контролю, зменшують вплив людського фактору під час контролю, є більш прийнятними для більшості пасажирів за рахунок підвищення якості сервісу. Але прийняття рішень щодо модернізації чи заміни процедур та відповідного обладнання для обслуговування має базуватись на конкретних розрахунках з врахуванням ретроспективної та прогнозованої інформації щодо розвитку аеропорту.

Методи теорії масового обслуговування та відповідне програмне забезпечення дозволяють виконувати адекватні розрахунки щодо оптимізації таких параметрів технології обслуговування пасажирів як кількість обладнання і оптимальна швидкість обслуговування. При цьому є дуже важливим, щоб в запропонованих методах, як це показано вище, критерії ефективності обов'язково враховували як технічні так і економічні показники.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Концепція Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2020 року: Схвал.: Розпо-

рядженням Кабінету Міністрів України від 17.10.12 р. № 854-р. [Електрон. ресурс] / Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR080506.html

2. Тсимба, Франсуа. Маркетинговая деятельность при обслуживании пассажиров в аэропортах гражданской авиации [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.07.04 / Франсуа Тсимба – К., 1994. – 146 с.

3. Чернишова, О. Н. Выбор стратегии развития аэропортов гражданской авиации Украины [Текст] : дис. канд. экон. наук : 08.07.04 / Оксана Николаевна Чернишова – К., 2000. – 265 с.

4. ВНТП 3-81. Ведомственные нормы технологического проектирования аэровокзалов аэропортов [Электронный ресурс] : – с измен. 2006-03-21; введ. 1981-07-01. – Режим доступу: <http://www.complexdoc.ru/ntd/544630>.

5. Марінцева, К. В. Авіаційні пасажирські перевезення [Текст] : метод. вказівки / К. В. Марінцева. – К.: НАУ, 2005. – 39 с.

6. Таха Хемди А. Введение в исследование операций [Текст] : пер. с англ. 6-е изд. / А. Таха Хемди. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 921 с.

Надійшла до редколегії 29.11.2012.

Прийнята до друку 30.11.2012.