

УДК 656.7.052:351.814.335.82(045)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ АЕРОПОРТІВ

Харченко В.П., Науменко М.В.

Національний авіаційний університет

kharch@nau.edu.ua

У статті розглянуто проблеми підвищення пропускної здатності аеропортів та найпоширеніші шляхи їх розв'язання, описано можливі методи й особливості оцінки пропускної здатності та методу процесу вдосконалення роботи аеропортів шляхом підвищення пропускної здатності.

In the article the problems of increasing airport capacity and the most wide-spread ways of their solving are considered; possible methods and peculiarities of airport capacity estimation and the methods of the process of airport performance improvements with the help of airport capacity enhancement are described.

Вступ

Пропускна здатність повітряного простору — це здатність Служби управління повітряним рухом на певній території забезпечувати нормальну роботу, яка вимірюється кількістю повітряних суден (ПС). Коли мова йде про пропускну здатність аеропорту, то мається на увазі кількість ПС, що можуть бути обслужені (зліт / посадка / зліт та посадка) за певну одиницю часу (найчастіше, годину). Найчастіше, пропускна здатність аеропорту визначається пропускну здатністю злітно-посадочних смуг (ЗПС).

В епоху стрімкого розвитку авіації пропускна здатність аеропорту є однією з найголовніших перешкод для росту повітряного транспорту, зокрема, в найголовніших аеропортах Європи.

Проблеми підвищення пропускної здатності аеропортів та методи їх розв'язання. Проблема підвищення пропускної здатності аеропорту може бути розв'язана двома шляхами:

- 1) через будівництво нових ЗПС;
- 2) через скорочення часу, який займає повітряне судно на ЗПС.

Перший варіант є доволі дорогим, а іноді й неможливим, тоді як другий варіант може бути втілений у життя за доволі короткий термін (1—2 роки) і не потребує масштабних витрат.

Процес підвищення пропускної здатності аеропорту має складатися з таких кроків:

1. Створення групи управління процесом підвищення пропускної здатності аеропорту.
2. Оцінювання пропускної здатності аеропорту для встановлення відправної точки процесу вдосконалення роботи аеропорту.
 - 2.1. Вирішення питання вибору типів вимірювань.
 - 2.2. Проведення операцій вимірювання пропускної здатності аеропорту.
 - 2.3. Аналіз отриманих результатів.
3. Залучення до процесу пілотів та диспетчерів.
4. Підвищення інформативності щодо можливих шляхів підвищення пропускної здатності аеропорту.
5. Повторення для подальшого вдосконалення.

На *першому етапі* мають бути вирішені питання як-то:

огляд та усвідомлення

проблеми пропускної здатності аеропорту; цілі програми (до якої межі має бути підвищена пропускна здатність та до якого часу); які методи мають бути використані для підвищення пропускної здатності; та хто має бути залучений до процесу (авіалінії, пілоти, диспетчери тощо).

Методи та особливості оцінювання пропускної здатності аеропортів. На *другому етапі* має бути оцінена пропускна здатність. Існує багато методів оцінювання, проте найефективнішим вважається метод вимірювання часу, який повітряне судно займає на ЗПС (*Runway Occupancy Time (ROT)*).

ROT розглядається окремо для посадки (*ROT on arrival — ROTA*) та зльоту (*ROT on departure — ROTD*).

ROTA визначається як інтервал часу між моментом перетинання порогу ЗПС та моментом, коли хвіст літака звільняє ЗПС.

Для найкращого результату і більшої точності вимірювань ROTA має бути поділений на такі інтервали:

- від моменту перетинання порогу ЗПС до моменту торкання ЗПС шасі;
- інтервал часу, необхідний для достатнього гальмування;
- від моменту досягнення вивідної доріжки до моменту, коли хвіст літака звільняє ЗПС.

Час ROTA та його складові показано на рис. 1.

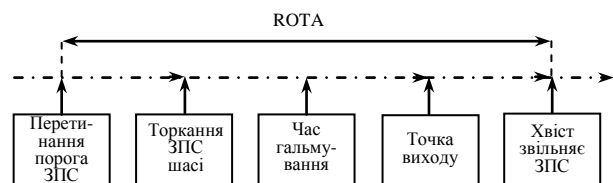


Рис. 1. Графічне представлення часу ROTA та його складових

ROTD визначається як інтервал часу між моментом перетинання стоп-лінії зони очікування до моменту, коли основне шасі лишає ЗПС.

Аналогічно випадку з ROTA, ROTD має бути поділений на такі інтервали:

- з моменту дозволу Служби управління повітряним рухом на вирулювання на старт до моменту реакції екіпажу на дозвіл (початок руху);

- з моменту реакції екіпажу на дозвіл на вирулювання на старт (початок руху) до перетину стоп-лінії зони очікування;
- з моменту перетину стоп-лінії зони очікування до моменту повного вирулювання на старт;
- інтервал часу очікування (від моменту повного вирулювання на старт до моменту дозволу на зліт);
- час реакції екіпажу на дозвіл на зліт;
- час зльоту (інтервал часу від початку руху на зліт до моменту коли основне шасі лишає ЗПС).

Час ROTD та його складові показано на рис. 2.

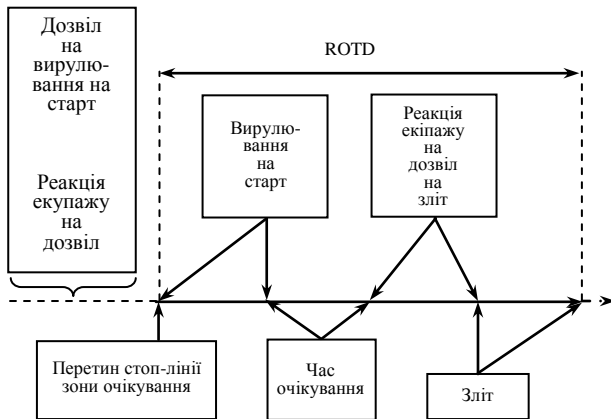


Рис. 2. Графічне представлення часу ROTD та його складових

Представлені вище інтервали — це приблизна модель отримання оцінки пропускної здатності аеропорту. Звісно, вони мають бути уточнені, щоб запобігти подвійному врахуванню.

Більшості аеропортів США досягти результатів, рівних 30 с, тобто аеропорт може обслужити до 120 літаків за год. Результат найголовніших аеропортів Європи сягає 40—50 літаків за год.

Було встановлено, що найкращі результати щодо підвищення пропускної здатності повітряного простору досягаються за умови проведення вимірювань двічі на рік — у зимовий та літній періоди. Дуже важливо, щоб вимірювання були точними, адже тут відлік іде на секунди. Ідеальна точність має бути приблизно до 0,5 с.

Для проведення вимірювань усі ПС мають бути поділені за класами (оскільки неможливо, щоб великий літак типу А-380, та маленький літак, типу В-717, займали однаковий час на ЗПС) та за авіалініями.

Після проведення вимірювань для кожного типу літака має бути визначена найкраща авіалінія у класі та всі інші авіалінії мають бути відсортовані згідно з найкращою у класі. З метою забезпечення конфіденційності та попередження фактору звинувачення вся інформація має бути закодована.

Найкращий варіант, коли повітряним суднам певної авіалінії призначається порядковий номер (наприклад, група 1). На етапі поширення та обговорення результатів кожна авіалінія знатиме

лише власний порядковий номер і не знатиме номерів інших.

Даних має бути зібрано достатньо для того, щоб забезпечити повноцінне порівняння, визначення найкращого в класі та подальше сортування інформації.

Важливим зауваженням є те, що до зібраних даних не мають включатися повітряні судна, що потребують більше часу для підготовки або для додаткової перевірки стану літака, тощо.

Також треба виключити результати, на які вплинули незвичайні умови, наприклад, погодні явища, тому що мета вимірювань — визначити максимальну пропускну здатність за нормальних умов.

Необхідним етапом є визначення діапазону даних або стандартного відхилення.

Необхідною умовою для проведення вимірювань є також те, щоб період збору даних характеризувався високою інтенсивністю руху, тобто повітряні судна мають обслуговуватися без проміжків часу.

Щодо технічної сторони вимірювань, то вони можуть бути проведені двома способами: ручним і напівавтоматичним.

У разі ручних вимірювань необхідні кілька осіб із секундомірами. Спостерігачі мають розміститися або уздовж ЗПС, або в одній точці спостереження.

Наприклад, ручні вимірювання проводилися в Нідерландах. Було задіяне по одному спостерігачу на ЗПС. Дані записувалися з однієї контрольної точки — аеродромного диспетчерського пункту, з якого було добре видно як пороги ЗПС, так і виходи з них. Було досягнуто точності чотири секунди, що пояснюється великою відстанню від ЗПС та ефектом паралаксу (видима зміна положення об'єкта внаслідок зміни положення спостерігача).

Дані були відсортовані відповідно до класу літака, авіаліній, ЗПС та інших факторів. До аналізу також були включені середні значення ROT для кожної ЗПС.

Оскільки ручні вимірювання вимагають довготривалої концентрації на багатьох повітряних суднах, похибки дуже великі. Тому, щоб підвищити точність вимірювань та бути певними, що статистика ROT вірна й надійна, необхідна принаймні часткова автоматизація процесу вимірювання.

За допомогою автоматизації процесу вимірювання пропускної здатності аеропорту можуть бути усунені такі похибки, як ефект паралаксу, суб'єктивність та особисте сприйняття.

Автоматичний збір інформації зменшує також час обробки та дає змогу збільшити кількість інформації без додаткових витрат.

Через важливість автоматизації процесу вимірювання ЄВРОКОНТРОЛЬ розробив портативну систему для вимірювань у будь-якому аеропорту Європи «PROMET»: «Performance and Run-

way Occupancy Time Measurement EUROCONTROL Tool».

Суть цієї системи полягає в тому, що інформація збирається, коли повітряне судно проходить повз сенсори, розташовані в стратегічних точках аеродрому. Ці дані поєднуються з інформацією, зібраною вручну, для забезпечення де-талного аналізу.

Сенсори PROMET розташовані вздовж ЗПС, у точках виходу та на порозі ЗПС. Все, що відбувається у цих точках (літак заходить або лишає вивідну доріжку, або перетинає поріг ЗПС для посадки), автоматично розпізнається та записується з точністю $\pm 0,5$ с.

Сенсори та комп'ютери синхронізуються за допомогою часового сигналу GPS. За допомогою такої системи можуть бути зафіксовані, наприклад, такі події:

- для ROTA сенсор на порозі ЗПС записує час, коли літак проходить повз нього, та сенсор на виході з вивідної доріжки записує час, коли хвіст повітряного літака лишає ЗПС.
- для ROTD сенсор розміщений у точці перетину зони очікування та ЗПС. Подія фіксується, коли ніс літака потрапляє у поле зору сенсора. Потім людина вручну записує час, коли основне шасі літака відривається від землі.

Ця система також дає змогу прослуховувати канал диспетчера, щоб записувати час дозволу на вирулювання на старт та зліт і реакцію екіпажу на ці дозволи.

По закінченні збору даних спеціальне програмне забезпечення корелює інформацію, зібрану за допомогою сенсорів, з інформацією, зібраною вручну. Результат — документ з інформацією про всі часи із указаним номером польоту.

Напівавтоматичні вимірювання були проведені в Великій Британії. Було задіяно дві групи спостерігачів із секундомірами.

Одна група фіксувала свої спостереження, що дублювалися інформацією про положення з радіолокатора контролю наземного руху.

Друга група записувала лише власні спостереження. Обидві групи прослуховували радіочастоти. Дані, зібрані двома групами були порівняні та об'єднані. Інформація зібрана з метою визначення ROT, оцінювання роботи авіаліній та залучення до вивчення пропускної здатності.

Можливі шляхи підвищення пропускної здатності аеропортів. Після проведення вимірювань та оцінювання мають бути вжиті заходи для підвищення пропускної здатності аеродрому. Вони можуть бути направлені на різні аспекти: на вдосконалення роботи Служби організації повітряного руху, на покращення роботи пілотів тощо.

Найперше й найголовніше — донести до людей, які можуть впливати на пропускну здатність аеродрому, що підвищення останньої необхідне для ефективної роботи аеродрому та розвитку повітряного транспорту загалом. Це може бути

зроблено за допомогою різноманітних тренінгів, зборів, форумів тощо.

Наприклад, після того як проведені останні вимірювання та проаналізована вся інформація, буде ефективним надрукувати листівки, у яких будуть подані результати вимірювань, висновки та засоби підвищення пропускної здатності аеродрому.

Наступним етапом є втілення цих засобів у життя.

Для пілотів важливо вдосконалити такі показники:

- літак має якнайшвидше звільнити ЗПС. Це не означає, що пілот має поспішати, нехтувати перевітками чи безпекою.

Найкраща порада: бути в потрібному місці в потрібний час, готовим до дій та інформованим щодо навколишнього руху;

- практика показує, що під час руху літака по вивідній доріжці до ЗПС повна зупинка не має допускатися.

Великому літаку після повної зупинки потрібно в середньому 10—15 с на те, щоб просунутися вперед хоча б на метр. Це здається невеликим часом, але якщо зібрати декілька таких показників, то з'явиться час для обслуговування ще одного повітряного судна;

- під час посадки пілот має загальмувати літак до необхідної швидкості, що дає змогу з'їхати на вивідну доріжку. Ця швидкість різна для всіх літаків і різних погодних умов. Важливо використовувати всі методи для ефективного гальмування (використання зворотної тяги, автогальм, охолодження гальм тощо);

- дуже важливим є правильний вибір вивідної доріжки. Зазвичай, у всіх аеропортах дизайн вивідних доріжок різний, тому що це не регламентується дуже жорстко. Якщо створити такі умови, щоб пілоту був знайомий дизайн вивідних доріжок певного аеропорту, це б значно зменшило ROT та підвищило пропускну здатність аеропорту. Не варто також прямувати до наступної вивідної доріжки, якщо згідно з усіма параметрами цілком можливо і дозволено використати попередню. Оскільки між вивідними доріжками (їх зазвичай три + стандартна вивідна доріжка в кінці ЗПС) немала відстань, прямування до наступної доріжки забере багато цінного часу і збільшить ROT;

- дуже корисною є практика повідомлення пілоту черги на зліт / посадку. Наприклад, якщо пілот знає, що перед ним відлітає ще два літаки і він наступний, це дасть йому змогу бути готовим до руху і скоротити час очікування, що в свою чергу підвищить пропускну здатність аеродрому.

Щодо роботи Служби організації повітряного руху також можливі певні інновації:

- одному з диспетчерів надати роль «координатора», в обов'язки якого входить тимчасове фокусування на ситуації руху загалом та прийняття тактичних рішень для забезпечення максимальної ефективності, залишаючи решту

диспетчерів на їх робочих місцях для виконання цих рішень;

- якщо один із диспетчерів має менше обов'язків ніж інші (наприклад, диспетчер, який видає дозволи на зліт, посадку тощо), надати йому додаткові обов'язки, щоб урівняти робоче навантаження в команді і таким чином забезпечити кращу ефективність роботи команди. Варто зазначити, що існує ще багато факторів, що впливають на пропускну здатність аеродрому.

Наприклад:

- комбінація транспорту. Якщо провести вимірювання для різних комбінацій повітряних суден, виявиться, що для певних комбінацій пропускну здатність буде вищою, ніж для інших;

- транспортна система аеродрому. В аеродромах, де дозволено під'їжджати до літака на своїх автомобілях, це створює додаткові затримки і, отже, зменшує пропускну здатність аеропорту.

Введення єдиної налагодженої транспортної системи на території аеродрому допоможе збільшити пропускну здатність.

Обмеження щодо підвищення пропускну здатності. Слід зазначити, що існують фактори, які перешкоджають підвищенню пропускну здатності аеропорту.

Серед них:

1. Безпека

Пілот є найважливішою ланкою в захисті безпеки польоту і несе повну відповідальність за безпеку ПС.

Зовсім безпричинно і неправильно вимагати погіршення безпеки з метою підвищення пропускну здатності ЗПС. За цих умов пілот має вирішальне слово в питаннях прийняття або неприйняття методів.

Пріоритетом для пілота має бути впевненість у тому, що повітряне судно справно працює, безпечно розміщене, що дозволи Служби управління повітряним простором чітко зрозумілі і що розміщення та дії інших повітряних суден відомі.

Так само під час посадки пріоритетом є безпечне торкання ЗПС та гальмування літака.

2. Економічність методів

Наприклад, якщо йдеться про гальма повітряного судна. Гальма — надзвичайно дорога частина літака, і часто повторюване різке гальмування може скоротити строк їх служби на 25 %.

3. Комфорт пасажирів

Є певна межа, до якої може застосовуватися гальмування. Різке гальмування та сильна зворотна тяга можуть дуже заважати пасажирам, порушуючи їхній комфорт.

Жодна авіалінія не погодиться на методи, що загрожують безпеці пасажирів.

Висновки

Як бачимо, що підвищення пропускну здатності аеродрому є нагальною, важливою, важкою, але розв'язуваною проблемою.

Для того, щоб забезпечити ефективний результат, треба згрупувати всі сили та розпочати цілеспрямовану програму вдосконалення роботи аеропорту.

Перш за все потрібно підготувати основу для цієї програми. Необхідно побудувати математичну модель оцінювання пропускну здатності та, використовуючи цю модель, провести необхідні вимірювання.

За отриманими вимірюваннями можна буде зробити висновки й оцінити перспективи вдосконалення процесів обслуговування повітряних суден і підвищення пропускну здатності аеро-портів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Enhancing Airside Capacity. The complete guide* // EUROCONTROL. — 2004.
2. *Enhancing Airside Capacity. The implementation manual* // EUROCONTROL. — 2004.
3. *Air Transport Framework — The Performance Target. Document D2* // SESAR Consortium. — 2006.
4. *Operational Concept Document. Vol. 1* // EUROCONTROL. — 2004.

Стаття надійшла до редакції 20.03.09