

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ ВАНТАЖНОГО КОМПЛЕКСУ АЕРОПОРТУ

Враховуючи значення ефективного використання капітальних вкладень при будівництві аеропортів, у статті наведено принципи економіко-математичного моделювання складних технологічних процесів, які протікають у вантажних комплексах аеропортів, щоб, змінюючи вхідні параметри системи, перевіряти технологічно-планувальні рішення, що висуваються, а отже, отримувати оптимальні з них на етапах проектування та експлуатації. Розроблена економіко-математична модель для вирішення задачі оптимізації проектного рішення всього вантажного комплексу аеропорту.

Ключові слова: вантажний комплекс аеропорту, економіко-математична модель, оптимізація, техніко-технологічні параметри.

Постановка проблеми. Вантажний комплекс аеропорту – це сукупність чи система будівель, споруд, майданчиків і обладнання, призначених для передполітної та післяполітної обробки, а також короткочасного зберігання вантажів, що перевозяться повітряними суднами, які з'єднані функціонально-технологічними зв'язками, що відображають специфіку виробничої діяльності служб аеропорту, відповідальних за організацію вантажних перевезень [1]. На відміну від аналогічних об'єктів на морському, річковому та залізничному видах транспорту, які сформувалися досить давно, вантажний комплекс аеропорту, як самостійний тип транспортних споруд, утворився не так давно, у 50-х роках минулого століття, в основному за рахунок якісних змін можливостей цивільної авіації в частині регулярних і нерегулярних перевезень вантажів повітряним транспортом на комерційній основі.

Щорічно аеропортами України перевозиться понад 70 тис. т вантажу та пошти. Основними з них є «Бориспіль», «Дніпропетровськ», «Донецьк», «Київ» (Жуляни), «Львів», «Одеса», «Сімферополь», «Харків», «Запоріжжя», які у минулому році обслужили 97,08 відсотка загального обсягу вантажних повітряних перевезень (рис.1).

Аналіз досліджень. Зі збільшенням обсягів вантажних перевезень повітряним транспортом все більше уваги приділяється дослідженню роботи аеропортів і підвищенню ефективності використання повітряного транспорту. Питанням проектування, а також експлуатації вантажних комплексів аеропортів присвячений цілий ряд досліджень, як спеціалізованих організацій (Украаеропроект, Національний авіаційний університет), так і окремих дослідників (А.Н.Родкин, В.А.Подшипков, Л.А.Балашов, Н.Н.Воронін, А.Р.Яшкин, І.Я.Русинов, А.А.Соколов, В.І.Черников та інших).

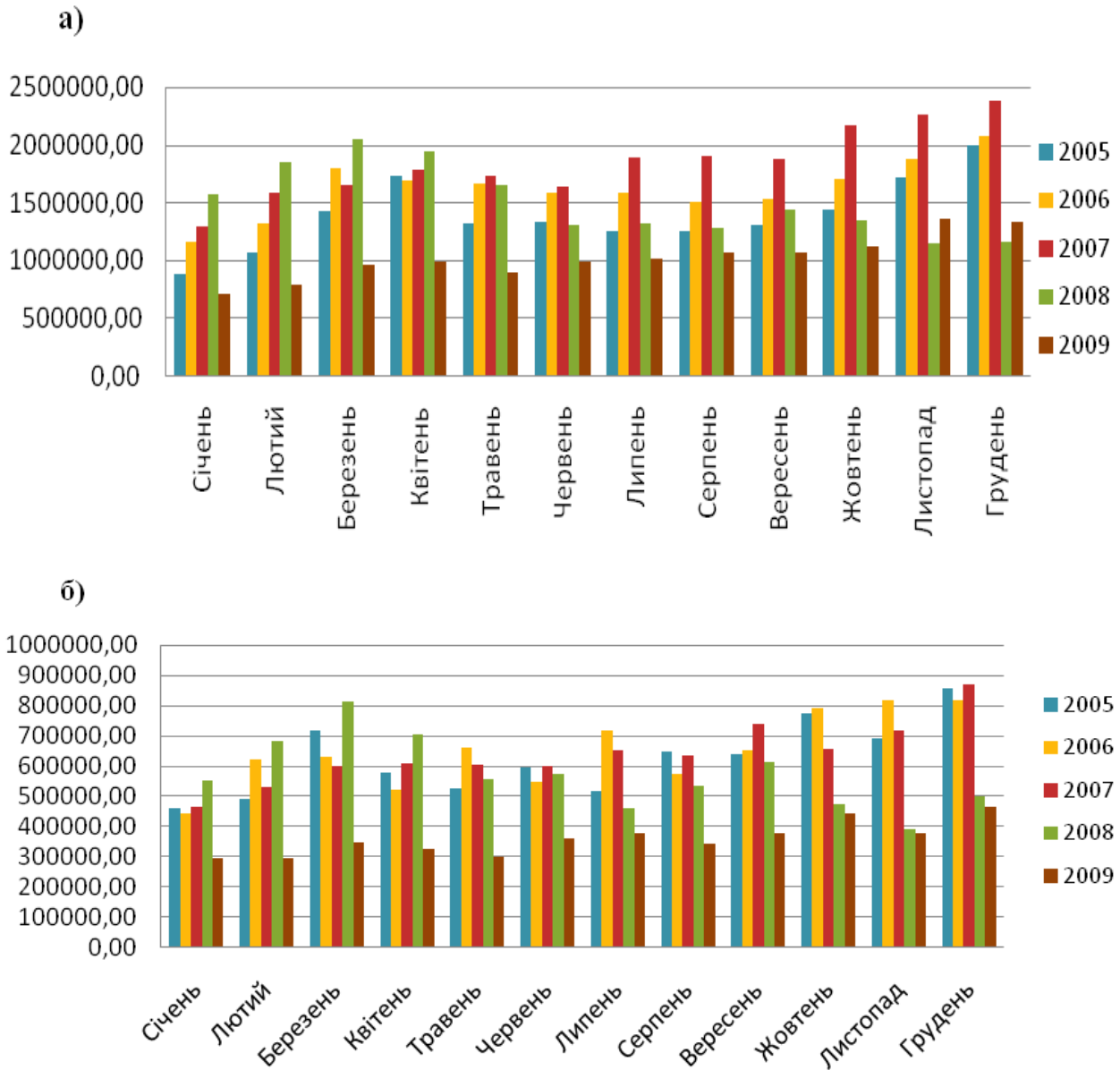


Рис. 1. Динаміка вантажних перевезень через ДМА «Бориспіль» у 2005-2009 рр.: а) імпорт, кг; б) експорт, кг

Ці дослідження розглядали питання економіки вантажних перевезень повітряним транспортом, механізації та автоматизації процесів обробки вантажу у вантажних складах, удосконалення технологічних рішень вантажних складів і т.д. [5, 6, 7].

В усіх цих дослідженнях, поставлені задачі вирішувалися з урахуванням різних факторів, які впливають на вибір технологічного рішення вантажного комплексу. Проте, варто відмітити недостатню глибину цих досліджень, оскільки всі вони проводилися у 70-80-х роках минулого століття: характеристики вантажопотоків (наприклад, склад вантажопотоків за видами вантажу, його часова та добова нерівномірність) визначені для економічних

умов колишнього СРСР, а отже, не відображають сьогоденної специфіки української економіки; не вивчені закономірності впливу характеристик вантажопотоку на вибір технологічного рішення функціонально нових зон (прикордонних, митних) і споруд вантажних комплексів аеропортів України; не досліджені питання вибору оптимальних технолого-планувальних рішень для вантажних комплексів аеропортів України з новими соціально-економічними умовами розвитку, що в цілому призводить до створення неповноцінних проектних рішень.

Все це призвело до значного відставання нашої країни в області теорії, технології, проектування, будівництва та експлуатації вантажних комплексів аеропортів. Саме ці обставини визначають необхідність побудови економіко-математичних моделей складних технологічних процесів, які протікають у вантажних комплексах аеропортів, щоб, змінюючи входні параметри системи, перевіряти технолого-планувальні рішення, що висуваються, а отже, отримувати оптимальні з них на етапах проектування та експлуатації.

Економіко-математична модель. Для застосування тих чи інших кількісних методів дослідження необхідно, як відомо, побудувати економіко-математичну модель явища, яке розглядається [2]. Зрозуміло, що чим вдаліше підібрана модель, тим краще вона буде відображати найхарактерніші риси явища, яке вивчається, тим вдалішим буде дослідження.

Для вирішення задачі оптимізації технолого-планувального рішення всього вантажного комплексу використовується економіко-математична модель, яка дозволяє описати з достатньою точністю наземну обробку вантажу та вибрати оптимальний варіант його технолого-планувальної схеми з найменшими затратами, що виражається математично у вигляді знаходження мінімуму функції деякого числа змінних [3,4].

Враховуючи необхідність побудови моделі, яка характеризує особливості обробки та зберігання різних типів вантажів, а також велику кількість критеріїв, які відображають якість роботи вантажних комплексів аеропортів в умовах ринкової економіки, задача оптимізації вирішується у два етапи [7].

На першому етапі враховуються параметри, характерні для різних вантажів, а також критерії, які виконують функції нормативів. На другому етапі сукупність параметрів, які оптимізуються, розширяється, і вводяться в модель нові критерії оптимальності, які характеризують процес функціонування складів вантажних комплексів аеропортів для конкретних вантажів.

Таким чином задача полягає в тому, щоб знайти такі значення техніко-технологічних параметрів вантажних комплексів аеропортів $Z_H, T_H, t_{зб}, H_H, B_{склH}$, які забезпечують найкраще поєднання критеріїв.

Тут, Z_H - кількість завантажувально-розвантажувальних машин; T_H - час роботи завантажувально-розвантажувального фронту і складу протягом доби; $t_{зб}$ - термін зберігання вантажів на складі; H_H - кількість ярусів складування; $B_{склH}$ - ширина складу та інше.

Принципи розміщення та параметризації вантажних комплексів аеропортів передбачають послідовне вирішення наступних задач:

1. Характеристика існуючих розмірів, вантажопотоків та інших параметрів зовнішнього середовища.

2. Прийняття рішення про технологічно-планувальну схему вантажного комплексу аеропорту.

3. Фінансовий аналіз варіантів кожного проектного рішення вантажного комплексу.

4. Визначення приведених затрат (1):

$$Z_{BK} = \sum_{i=1}^t \sum_{r=1}^v Z_{xy} + T_{xy}, \quad (1)$$

де Z_{xy} - приведені затрати на вантажний комплекс аеропорту при X-ому варіанті його розміщення та Y-ому типі;

$X=1, i \dots, t$ та $Y=1, r \dots, v$ - кількість варіантів розміщення та типів вантажних комплексів аеропортів відповідно;

T_{xy} - річні транспортні витрати при X-ому варіанті розміщення та Y-ому типі вантажного комплексу.

5. Побудова економіко-математичної моделі вантажного комплексу аеропорту, яка включає оптимізуючі параметри $X, Y \in \bar{a}$.

6. Визначення сукупності допустимих значень параметрів \bar{a} включаючи X, Y .

7. Розрахунок оптимальних значень параметрів \bar{a} .

Принципи економіко-математичного моделювання вантажних комплексів аеропортів України можна сформулювати наступним чином:

1. Формування сукупності критеріїв оптимальності \bar{F} , які є найважливішими під час прийняття рішення для вантажних комплексів аеропортів, що моделюються: перероблююча здатність; час надходження транспортних засобів; паливно-енергетичні затрати; продуктивність праці; фондвіддача; собівартість; приведені затрати; експлуатаційна надійність; інші критерії.

2. Визначення статусів критеріїв оптимальності \bar{F} : власності критеріїв; критеріальні обмеження.

3. Визначення сукупності параметрів, які оптимізуються \bar{a} : термін зберігання вантажів, кількість завантажувально-розвантажувальних машин, кількість ярусів складування, ширина складу та інші.

4. Визначення сукупності допустимих значень \bar{a}_{don} .

5. Синтез цільових функцій $\bar{F}(\bar{a}, \bar{b})$ і критеріальних обмежень $\bar{\Phi}(\bar{a}, \bar{b})$

6. Реалізація методу багатокритеріальної оптимальності

7. Видача оптимальних значень параметрів \bar{a}_{opt} .

На першому етапі економіко-математична модель містить вектор критеріїв оптимальності і має наступний вид (2):

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_8\}, \quad (2)$$

де F_1 – час надходження транспортних засобів у зону виконання завантажувально-розвантажувальних операцій;

F_2 – собівартість переробки вантажів в зоні завантажувально-розвантажувальних операцій;

F_3 – перероблювальна здатність вантажного фронту, яка враховує кількість і тип (продуктивність) завантажувально-розвантажувальних машин;

F_4 – перероблювальна здатність вантажного фронт, яка враховує місткість зони зберігання вантажів;

F_5 – затрати електроенергії, пов'язані з експлуатацією завантажувально-розвантажувальних машин і освітлення зони зберігання вантажів та вантажних фронтів;

F_6 – затрати палива;

F_7 – кількість працівників, які забезпечують виконання завантажувально-розвантажувальних робіт;

F_8 – фондвіддача.

Економіко-математична модель оптимізації параметрів на другому етапі містить вектор критеріїв оптимальності, який має наступний вид (3):

$$\bar{F}_{BK} = \{F_{BK1}, F_{BK2}, F_{BK3}\}, \quad (3)$$

де F_{BK1} – приведені витрати на створення та функціонування вантажного комплексу аеропорту, тис.грн.;

F_{BK2} – коефіцієнт використання завантажувально-розвантажувальних машин по часу протягом доби;

F_{BK3} – витрати металів і матеріалів на стелажі та підйомно-транспортне обладнання, т.

В загальному випадку множина A_n допустимих значень вектора оптимізуючих параметрів являє собою замкнуту область чи сукупність замкнутих областей в m -вимірному просторі параметрів, який складається з точок A із декартовими координатами $A = (a_1, \dots, a_m)$, заданими наступними обмеженнями:

параметричними: $a_j^* < a_j < a_j^{**}$, де $j=1, \dots, m$;

функціональними: $G_g^* < f_g(\bar{a}, \bar{b}) < G_g^{**}$, де $g=1, \dots, m$;

критеріальними: $\Phi_v^* < \Phi(\bar{a}, \bar{b}) < \Phi_v^{**}$, де $v=1, \dots, k$,

де, a^*, a^{**}, G^*, G^{**} - величини, які виражають область застосування оптимізуючих параметрів вантажного комплексу аеропорту та ресурси, які виділяються на його розвиток;

Φ_v^{**} – критеріальні обмеження, які визначаються в процесі вирішення задачі.

Висновки. В результаті виконаних досліджень:

1. Розроблена економіко-математична модель вантажного комплексу аеропорту, яка включає критерії оптимальності, що характеризують якість функціонування, технічне обладнання і технологію роботи комплексу, та враховує розмір інвестицій, які виділяються на розвиток його технічної інфраструктури.

2. Удосконалена методика визначення оптимальних техніко-технологічних параметрів вантажних комплексів аеропортів, яка дозволяє одночасно визначати варіант розміщення термінального комплексу з урахуванням його типу, кількості завантажувально-розвантажувальних машин, часу роботи протягом доби, терміну зберігання вантажу на складі.

Список використаних джерел

1. Chinn, R. and Vickers, K. Automated air cargo handling systems. The Institution of Electrical Engineers, 1998.
2. Лащених О.А., Кузькін О.Ф. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем. – Запоріжжя, 2006. – 120 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1980. – 208 с.
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М: Наука, 1978. – 312 с.
6. Смехов А.А. Оптимизация процессов грузовой работы. – М.: Транспорт, 1974. – 264 с.
7. Персианов, В.А., Скалов, К.Ю., Усков, Н.С. 1972. Моделирование транспортных систем. – М.: Транспорт, 1972. – 208 с.
8. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Советское радио, 1971. – 520 с.

Аннотация

Учитывая значение эффективного использования капитальных вложений при строительстве аэропортов, в статье приведены принципы экономико-математического моделирования сложных технологических процессов, которые протекают в грузовых комплексах аэропортов, чтобы, изменяя входящие параметры системы, проверять технологическо-планировочные решения, которые выдвигаются, а значит получать оптимальные из них на этапах проектирования и эксплуатации. Разработана экономико-математическая модель для решения задачи оптимизации проектного решения всего грузового комплекса аэропорта.

Ключевые слова: грузовой комплекс аэропорта, экономико-математическая модель, оптимизация, технико-технологические параметры.

Annotation

Taking into account the importance of effective capital investments usage for airports construction, the article presents principles of economic and mathematical modelling the complicated technological processes, taking place in Air Cargo Terminals in order to check their proposed technological and planning decisions and therefore obtain optimal ones at designing and operation stages, due to changing initial parameters of the system. There has been developed the economic and mathematical model to solve the technological and planning decision optimization problem for Air Cargo Terminal.

Keywords: Air Cargo Terminal, economic and mathematical model, optimization, technical and technological parameters.