

УДК 629.73:004.032.6:656.073

Соколова О.Є¹, Борець І.В.², Валько А.М³

¹ доц. Національного авіаційного університету

² доц. Національного авіаційного університету

³ старш. викл. Національного авіаційного університету

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ НАЗЕМНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ НА БАЗІ АЕРОПОРТОВОГО КОМПЛЕКСУ

Однією з найважливіших особливостей сучасного етапу розвитку транспортної мережі є об'єднання двох або декількох видів наземного, водного або повітряного транспорту до єдиного ланцюга доставки. Застосування такої технології перевезень дозволяє перетворити конкуруючі види транспорту у ті, що тісно взаємодіють між собою, а також досягнути ефективної кооперації технічних, експлуатаційних, технологічних можливостей усіх учасників такої схеми транспортування.

Питання оптимізації роботи наземних магістральних видів транспорту (залізничного, автомобільного) та авіаційного, що беруть участь в системі доставки вантажів на основі змішаних перевезень, неминуче зводиться до вирішення проблеми їх взаємодії на термінальному комплексі аеропорту.

Розглянемо задачу оптимізації технологічних процесів взаємодії наземних видів транспорту в аеропорту завантаження з метою формування раціональної системи доставки вантажів. Критерієм оптимальності стане досягнення мінімального значення сумарних витрат при відправці партій вантажу з урахуванням координації роботи суміжних видів транспорту [1,2]. Параметрами управління є кількість транспортних засобів кожного типу з вантажем, що прибули до аеропорту та поданих (або неподаних) під обробку за добу, а також кількість вантажу, завантаженого на повітряне судно протягом доби.

Нехай, в аеропорту виконується навантаження на повітряне судно заданих n видів вантажів ($n = \overline{1, N}$), для яких відомі розміри відповідних

партій Q_n , що формують одну відправку. Завезення n -го виду вантажу проводиться залізничним транспортом у вагонах m ($m = \overline{1, M}$), або вантажними автомобілями m' ($m' = \overline{1, M}$) типів. Розглядається інтервал часу ($t = \overline{1, T}$) (діб), причому $T = t_{\text{відпр.}}$.

В даній роботі, авторами пропонується економіко-математична модель оптимізації взаємодії наземних видів транспорту на базі аеропортового комплексу, цільова функція, якої матиме такий вигляд:

$$\sum_n \left\{ \sum_{t=1}^T \left[\sum_m a_{\text{в}}^{mt} \cdot u_n^{mt} + \sum_{m'} a_{\text{м}}^{m't} \cdot z_n^{m't} + (X_n^t + Y_n^t) \cdot A_n \right] + \sum_{t=1}^{T-t_n} c_{\text{зб}}^t \left(\sum_m q_{\text{в}}^m \cdot x_n^{mt} + \sum_{m'} q_{\text{м}}^{m'} \cdot y_n^{m't} \right) \right\} \rightarrow \min$$

де: $a_{\text{в}}^{mt}, a_{\text{м}}^{m't}$ – тарифна ставка за простій залізничного вагону та вантажного автомобіля протягом доби t ; $q_{\text{в}}^m, q_{\text{м}}^{m'}$ – кількість вантажу n -го виду, що знаходиться у залізничному вагоні або вантажному автомобілі відповідно; A_n – акордна ставка на навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР) n -го виду вантажу; $c_{\text{зб}}^t$ – питомі витрати, пов'язані із зберіганням вантажу n -го виду в аеропорту завантаження протягом доби t .

До параметрів управління за даною моделлю належать: x_n^{mt}, u_n^{mt} – кількість вагонів m -го типу з вантажем n -го виду, поданих і неподаних під розвантаження протягом доби t , відповідно; $y_n^{m't}, z_n^{m't}$ – кількість вантажних автомобілів m' -го типу з вантажем n -го виду, поданих і неподаних під розвантаження протягом доби t , відповідно; X_n^t, Y_n^t – кількість вантажу n -го виду, який прибув залізницею або автотранспортом відповідно, і завантажений на повітряне судно протягом доби t .

За запропонованою економіко-математичною моделлю встановлені такі обмеження:

1) обсяг вантажу n -го виду, що вивантажується з усіх транспортних засобів за даний період, має відповідати партії цього вантажу, що буде перевозитися авіаційним транспортом;

2) загальна кількість вагонів, що подаються на вантажний фронт протягом доби, повинна відповідати довжині шляхів залізничного вантажного фронту терміналу L з урахуванням числа можливих подач Π протягом доби;

3) загальне число вивантажених вантажних автомобілів не перевищує пропускну здатність K пункту прийому автотранспорту терміналу;

4) загальний обсяг вантажу всіх видів, що вивантажується з усіх транспортних засобів за період завезення в аеропорт, дорівнює обсягу вантажу, що завантажується на повітряне судно за період навантаження, і дорівнює розміру судової партії;

5) заповнення складу до початку процесу навантаження повинне забезпечити накопичення кількості вантажу не менше, ніж $Q_{зб}$;

6) після закінчення процесу заведення даної партії вантажу на приаеропортовій залізничній станції не повинно залишитися необроблених вагонів, а також вантажних автомобілів;

7) навантаження на повітряне судно не може бути розпочате до моменту накопичення на складі вантажу в кількості $Q_{зб}$, що відповідає $t = T - t_n$;

8) обсяг вантажу, що вивантажується з усіх транспортних засобів за період T , має дорівнювати обсягу вантажу, що завантажується на повітряне судно за цей період;

9) число навантажувально-розвантажувальних механізмів кожного виду, що використовуються для НРР на терміналі не може перевищувати їх загальної кількості, забезпечуючи заданий рівень продуктивності.

Отже, проведена оцінка параметрів для можливих значень коефіцієнта α , а також варіантів використання залізничного й автомобільного видів транспорту при заведенні різних видів і партій вантажу до аеропорту підтверджують адекватність економіко-математичної моделі сформульованим умовам та обмеженням. На підставі отриманих результатів апробації запропонованої моделі вироблено практичні рекомендації щодо організації взаємодії суміжних видів транспорту на базі аеропортового комплексу.

Таким чином, розроблена економіко-математична модель оптимізації взаємодії наземних видів транспорту з авіаційним може бути використана для проведення проектних розрахунків для аеропортів, які розглядаються як потенційні ланки інтегрованої (мультимодальної) системи доставки вантажу глобальних, національних або регіональних рівней.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борець І.В., Бабенко А.Є., Соколова О.Є. Теоретико-методичні основи застосування повітряного транспорту в системі мультимодальних перевезень [Текст]/ І.В. Борець, А.Є. Бабенко, О.Є. Соколова// Вісник інженерної академії України. – 2016. – №1. – С. 16-20.

2. Sokolova O., Soloviova O., Borets I. Efficiency of using air transport during cargo transportation/ O.Sokolova, O.Soloviova, I.Borets // Fundamental and applied researches in practice of leading scientific schools. – 2018. – Volume 28, № 4. – С. 133-139.