

**МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ  
АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

*Казак В.М., Палій К.В.,  
Національний авіаційний університет (Київ)*

*Авіаційні вантажні перевезення в Україні досить добре розвинуті: наявна досить розгалужена транспортна система, відбувається ріст кількості компаній-перевізників, йде постійне удосконалення технологій та методів перевезення.*

*Задачею є підвищення ефективності авіаційних вантажних перевезень за допомогою автомобільних перевезень транспортно-експедиційним підприємством (ТЕП) TNT і за допомогою автоматизації ТЕП з використанням методів системного аналізу. Іншими словами, плануємо доставити якнайшвидше вантаж до самого аеропорту і пройти обробку вантажу безпосередньо в аеропорту, затративши якнайменше часу.*

*Ключові слова: ефективність вантажних перевезень, автомобільні перевезення.*

**Вступ.** Транспорт – одна з найважливіших інфраструктурних галузей матеріального виробництва, яка забезпечує виробничі й невиробничі потреби народного господарства та населення в усіх видах перевезень. Стабілізація економіки, її піднесення та структурні перетворення, розвиток зовнішньоекономічних сфер діяльності, підвищення життєвого рівня населення залежать певною мірою від ефективного функціонування транспорту [1].

Цивільна авіація є складовою частиною єдиної транспортної системи країни, але має ряд своїх специфічних особливостей і відмінностей. До них можна віднести:

- високу швидкість доставки пасажирів і вантажів;
- високу прохідність і меншу, чим на інших видах транспорту, залежність від фізико-географічних умов місцевості;
- можливість організації комбінованих перевезень з умовою забезпечення високого рівня комфорту для пасажирів і послуг, для відправників вантажу;
- велику мобільність і гнучкість у застосуванні повітряного транспорту, його здатність здійснювати масові одноразові і спеціальні перевезення.

Авіаційні вантажні перевезення в Україні досить добре розвинуті: наявна досить розгалужена транспортна система, відбувається ріст кількості компаній-перевізників, йде постійне удосконалення технологій та методів перевезення.

**Актуальність досліджень.** Авіаційний транспорт активно використовується в авіаперевезеннях вантажів та пошти, тільки за 2010 рік перевезено 87,9 тис.тонн. Оскільки, вантажні авіаційні перевезення на ринку транспортних послуг є досить затребуваними, то буде актуальним їх дослідження та удосконалення.

Відомо, що з кожним роком число компаній, що займається вантажними авіаційними перевезеннями зростає. Тому буде також актуальним підвищити ефективність компанії TNT, яку ми досліджуємо і яка є лідером міжнародної індустрії експрес-доставки документів, посилок і вантажів, і тим самим підвищити її конкурентність на ринку транспортних послуг [2].

**Постановка задачі.** Нами було обрано шлях підвищення ефективності авіаційних вантажних перевезень за допомогою автомобільних перевезень транспортно-експедиційним підприємством (ТЕП) TNT і за допомогою автоматизації ТЕП з використанням методів системного аналізу. Іншими словами, плануємо доставити якнайшвидше вантаж до самого аеропорту і пройти обробку вантажу безпосередньо в аеропорту, затративши якнайменше часу.

**Результати досліджень.** На логістичній схемі рейсових маршрутів по Україні компанії TNT було підмічено, що логістичного зв'язку між м. Первомайськ і м. Миколаїв немає. Відомо, що в Первомайську знаходиться відоме ЗАТ «Первомайський молочноконсервний комбінат». Це одне із провідних підприємств в Україні по переробці молока. Отримавши статистичну інформацію про те, що ЗАТ «Первомайський молочноконсервний комбінат» завжди стикається з проблемою оперативної, швидкої відправки молочних консервів до аеропорту й безпосередньо в контейнер вантажного літака, було запропоновано в компанії TNT взяти ініціативу в свої руки.

ТЕП TNT має свої представництва в обох містах, виробництво продукту є безперервним, тому для компанії це вигідний шлях підвищити не тільки авіаційні вантажні перевезення, а й автомобільні.

Запропонована нами логістична лінія, що з'єднує м. Первомайськ з м. Миколаїв зображена на рис. 1.



Рисунок 1 – Запропонована логістична схема компанії TNT

Таким чином, перший крок задачі зрозумілий: потрібно знайти найоптимальніший шлях доставки вантажу, в даному випадку – це молочні консерви, що вважаються швидкопсувними і відносяться до категорії спеціальних вантажів, з м. Первомайськ до Миколаївського аеропорту «Кульбакіно».

Після доставки вантажу до аеропорту «Кульбакіно», далі необхідно пройти зони обробки вантажу (рис. 2). Тому, наступним кроком є автоматизація однієї із зон за допомогою системного аналізу.

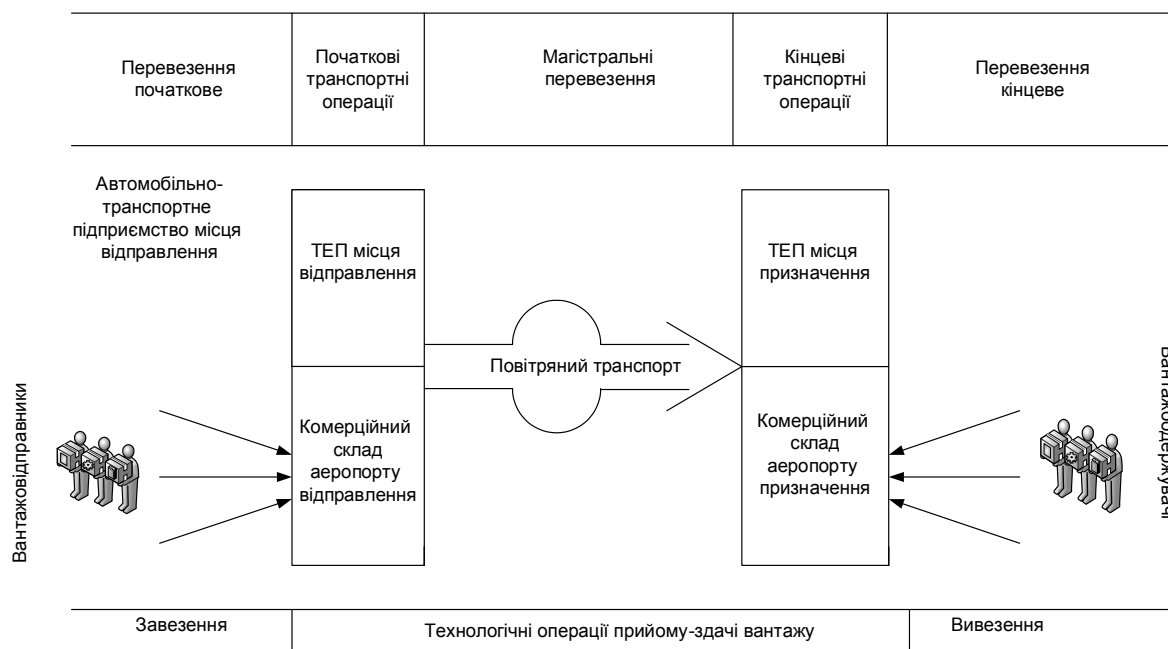


Рисунок 2 – Комплексна структура повітряно-транспортних доставок вантажів (поняття перевізного процесу)

Щоб знайти найоптимальніший шлях, нами було обрано дві дороги місцевого значення: Р06, Т1504. Кращий маршрут обираємо за всіма показниками споживчих властивостей автомобільних доріг. Під показниками споживчих властивостей розуміється:

- безпека руху;
- забезпечення розрахункової швидкості;
- безперервність руху;
- комфортність;
- пропускна здатність дороги;
- екологічна безпека дороги;
- естетичний стан дороги;
- рівень обслуговування;
- інформаційне забезпечення.

Оскільки маршрути Р06 та Т1504 є дорогами місцевого значення, то найбільш важливим є визначення пропускної здатності, де буде враховано швидкість автомобіля та його безпека. Під пропускною здатністю розуміють

максимальну кількість автомобілів, яку може пропустити ділянка дороги в одиницю часу.

З використанням середньої швидкості вільного руху пропускна здатність однієї смуги руху на перегоні  $P_{\text{пер}}$  між перехрестями на основі характеристик транспортного потоку розраховується за формулою [3]

$$P_{\text{пер}} = \frac{1}{4} \cdot v_{\text{пер}} \cdot U_0 \cdot Q_{\text{max}}, \quad (1)$$

де  $U_0$  – середня швидкість вільного руху, що регулюється умовами руху (згідно з ПДД в ідеальних умовах на міських дорогах не повинна перевищувати 60 км/год);  $Q_{\text{max}}$  – щільність потоку в умовах, близьких до затору, авт/км;  $v_{\text{пер}}$  – узагальнений коефіцієнт зниження пропускної здатності на перегоні (в ідеальних умовах для прямолінійної ділянки  $\beta = 1$ ) задається відношенням

$$v_{\text{пер}} = \left( \frac{U_{\text{оппе}}}{U_0} \right)^2, \quad (2)$$

де  $U_{\text{оппе}}$  – середня швидкість вільного руху автомобіля на перегоні з урахуванням уповільнення транспортних засобів на планувальних елементах, км/год. У міських умовах падіння швидкості руху завжди спостерігається при незадовільній видимості на поворотах, при малих радіусах повороту, звуженні проїзної частини, перетинанні трамвайних і залізничних колій і т.п.

Таким чином, у загальному вигляді пропускна здатність смуги руху на перегоні може розраховуватися за формулою

$$P_{\text{пер}} = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{U_{\text{оппе}}}{U_0} \right)^2 \cdot Q_{\text{max}}. \quad (3)$$

Щільність потоку, в свою чергу, визначають на основі довжини розрахункового легкового автомобіля з урахуванням середньозваженого коефіцієнта приведення і відстані безпеки

$$Q_{\text{max}} = \frac{1000}{\frac{l_a}{K_{\text{пр}}} + l_b}. \quad (4)$$

де  $l_a$  – довжина розрахункового легкового автомобіля;  $l_b$  – відстань безпеки. На такій відстані транспортний потік знаходиться в хиткому стані і рухається дуже повільно, з характерними короткочасними зупинками;  $K_{\text{пр}}$  – середньозважений коефіцієнт приведення, що розраховують за даними складу транспортного потоку

$$K_{\text{пр}} = \frac{\sum (N_i \cdot K_i)}{\sum N_i}, \quad (5)$$

де  $N_i$  – кількість транспортних одиниць одного типу або вантажопідйомності, авт./год.;  $K_i$  – відповідний перевідний коефіцієнт (див. табл.1).

Таблиця 1 – Перевідний коефіцієнт різних типів транспортних засобів

Типи транспортних засобів	Перевідний коефіцієнт
Легкові автомобілі	1,0
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю, т:	
до 2	1,5
більше 2 до 5	2,0
більше 5 до 8	2,5
більше 8 до 14	3,5
автобуси	2,0-3,0
тролейбуси	2,5
трамвай (один вагон)	3,5

Маршрут Р06, що проходить через Южноукраїнськ, Вознесенськ, Нову Одесу, має пропускну здатність 27 авт./год. По цьому маршруту, враховуючи пропускну здатність дороги, правила дорожнього руху, стан доріг та ін., автомобілі компанії TNT MERCEDES-BENZ 1218D можуть рухатися з середньою швидкістю 70 км/год. Так як відстань маршруту 165 км, то час затрачений на перевезення вантажу складатиме – 2,36 год з витратою пального 26,5 л.

Маршрут Т1504, що проходить в більшості через села та селища міського типу, такі як смт. Доманівка, с. Щасливка, с. Копані та ін., має пропускну здатність 37 авт./год. Згідно правилам дорожнього руху та враховуючи стан дороги, пропускну здатність, автомобілі MERCEDES-BENZ 1218D можуть рухатися з середньою швидкістю – 50 км/год. Оскільки відстань маршруту 179 км, то час затрачений на транспортування вантажу складатиме – 3,58 год з витратою пального 34 л.

Вантажопідйомність літака компанії TNT Boeing 737-300SF, який треба буде завантажити, становить 20 т, отже, компанія повинна відправляти по 4 автомобілі. Це говорить про те, що пропускну здатність доріг, яка відрізняється всього на 10 автомобілів за годину, дозволяє рухатися по обох маршрутах. Тому повернемося до інших показників споживчих властивостей автомобільних доріг, які є не менш важливими. На нашу думку, перш за все, потрібно врахувати те, що маршрут Т1504 проходить через більше десятка сіл, де живе багато людей і, особливо, дітей. Тому необхідно повернутися до таких показників як: безпека руху, безперервність руху та екологічна безпека. Не треба погіршувати екологічну ситуацію, де живуть люди, і створювати їм більшу небезпеку, їздячи під вікнами їх будинків, якщо можна доставляти вантаж дорогою місцевого значення Р06. Крім того, по І маршруту спостерігаємо наявність наступних показників: рівень обслуговування та інформаційне забезпечення.

Отже, маршрут R06, що проходить через Южноукраїнськ, Вознесенськ, Нову Одесу, є найкращим майже за всіма показниками. І, найголовніше, що час, витрачений на перевезення вантажу – молочних консервів з ЗАТ «Первомайський молочноконсервний комбінат» в аеропорт м. Миколаєва «Кульбакіно» – є меншим на 1 год 22 хв. Це треба враховувати, адже вантаж швидкопсувний і хвилина простою літака, в який буде далі завантажуватися літак Boeing 737-300SF в аеропорту «Кульбакіно» коштує чимало, тому чим швидше ми доставимо продукцію, тим ефективність авіаційних перевезень буде вищою.

Наступним етапом, яким ми хочемо вдосконалити вантажні авіаційні перевезення, є автоматизація однієї із зон обробки вантажу вже безпосередньо в аеропорту. На рис. 3 маємо завершальну схему ТЕП TNT в аеропорту.

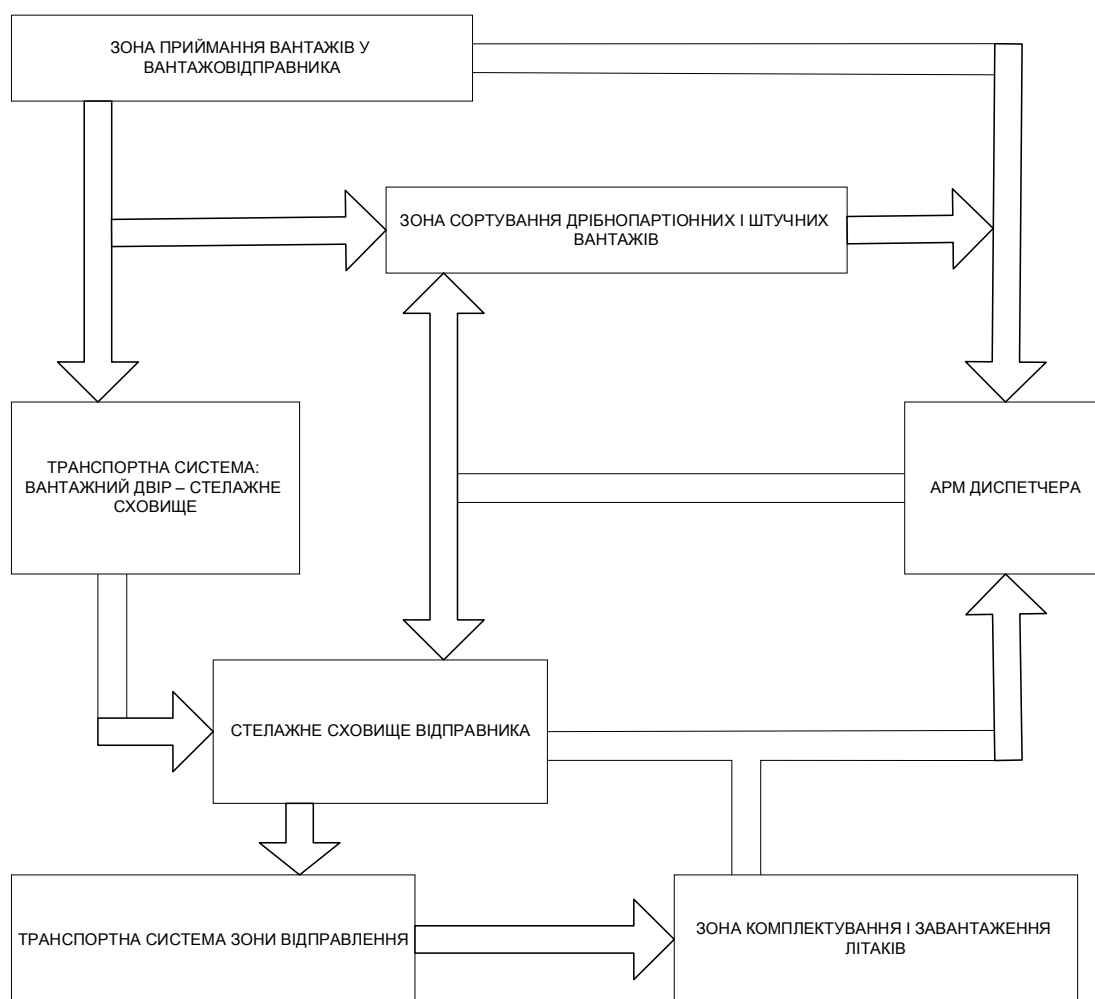


Рисунок 3 – ТЕП місця відправлення

Для дослідження схеми ТЕП місця відправлення застосуємо один з методів системного аналізу – метод Делфі. Системний аналіз дозволяє:

1. Врахувати принципову складність об'єкта, що досліджується; бере до уваги розгалужені та стійкі взаємні зв'язки його з оточенням.

2. Виявити нові конкретні властивості та взаємні зв'язки конкретного об'єкта дослідження, ґрунтуючись на відомих властивостях складних систем.

3. Створити правильну постановку задачі і вибрати відповідні методи для її розв'язання.

4. Знайти шлях, яким можна перетворити складну проблему в простішу.

Метод Делфі – багатоетапний метод, що передбачає початкове ізольоване винесення експертами своїх суджень та подальше багаторазове їх коректування на базі ознайомлення кожного експерта з судженнями інших експертів до тих пір, поки величина поставлених оцінок не буде знаходитися в рамках заздалегідь встановленого бажаного інтервалу варіювання оцінок. Метод Делфі є найбільш формальним з усіх методів експертного прогнозування і найбільш часто використовується в технологічному прогнозуванні, дані якого використовуються потім у плануванні виробництва і збуту продукції. Це груповий метод при якому проводиться індивідуальне опитування групи експертів щодо їхніх припущень про майбутні події в різних областях, де очікуються нові відкриття або вдосконалення [4].

За допомогою методу Делфі проаналізуємо схему і визначимо найважливішу із зон, яка займає найбільше часу обробки вантажу і яку можна буде автоматизувати для підвищення ефективності.

Було обрано групу експертів з шести чоловік, які займають керівні посади у відділі транспорту, відділі внутрішньоукраїнських та імпорتنних перевезень компанії TNT. Обраною групою експертів були визначені такі зони ТЕП (альтернативи):

1. зона приймання вантажів у вантажовідправника;
  1. транспортна система: вантажний двір – стелажне сховище;
  2. стелажне сховище відправника;
  3. транспортна система зони відправлення;
  4. зона комплектування завантаження літаків.

Після першого туру не були отримані узгоджені оцінки експертів, оскільки за отриманими значеннями неможливо визначити, яка із зон займає найбільше часу і може бути запропонована для автоматизації. Тому проводимо другий тур оцінювання альтернатив – зон обробки вантажу (табл. 2).

Таблиця 2 – Значення векторів пріоритетів експертів після 2-го туру

Параметри	Експерти					
	1	2	3	4	5	6
1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1

Як видно з табл 2 оцінки експертів майже не розходяться. Можна зробити висновок, що вони узгоджені.

За даним методом було видно, що зоною, яка займає найбільше часу і яку можна автоматизувати є зона – транспортна система: вантажний двір – стелажне сховище.

Після підвищення ефективності вантажних авіаційних перевезень необхідно оцінити надійність доставки вантажів. Для цього треба враховувати розподіл потоків відмов в результаті перевезення вантажів автомобільним та аеродромним транспортом.

Ймовірність безвідмовної роботи транспортних засобів визначаємо за формулою

$$P(t) = 1 - \int_0^t \omega(t) dt, \quad (6)$$

де  $\omega$  – розподіл потоків відмов;  $t$  – час.

При транспортуванні вантажів автомобільним транспортом з Первомайська до Миколаєва розподіл потоків відмов становить:  $\omega = 0,9 \cdot 10^{-4}$ . Час, витрачений на доставку дорівнює приблизно 2,5 годин. Отже

$$P(t) = 1 - \int_0^9 \omega(t) dt = 1 - \omega \cdot t = 1 - 0,9 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 = 0,9998 \quad (7)$$

При транспортуванні вантажів аеродромним транспортом розподіл потоків відмов становить:  $\omega = 0,5 \cdot 10^{-4}$  1/км. Оскільки, загальний час транспортування вантажу по аеродрому в аеропорту м. Миколаєва «Кульбакіно» становить приблизно 0,45 години, то

$$P(t) = 1 - \int_0^{1,25} \omega(t) dt = 1 - \omega \cdot t = 1 - 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,45 = 0,9999 \quad (8)$$

Отже, судячи з отриманих значень ймовірності безвідмовної роботи транспортних засобів, які задіяні в процесі доставки, можна сказати, що надійність доставки вантажу з м. Первомайськ до м. Миколаїв є дуже високою.

**Висновки.** Запропонований варіант підвищення вантажних авіаційних перевезень за рахунок підвищення ефективності автомобільних перевезень, а також за рахунок запропонованої автоматизації однієї із зон обробки вантажу, є дійсно ефективним. Адже вантаж доставлятиметься швидко до аеропорту і швидше буде «рухатися» по самому аеропорту, безпосередньо, до літака. А чим швидше літак завантажиться, тим менше компанія заплатить за його простій, тим швидше літак відправиться і, таким чином, в залежності від маршруту, зможе зробити в день чи в тиждень на кілька рейсів більше. А це і є підвищенням ефективності авіаційних вантажних перевезень.

Крім цього, при оцінці надійності доставки вантажу в обране місто різними видами транспортних засобів були отримані також високі значення: автомобільним транспортом – ймовірність безвідмовної роботи 0,9998, аеродромним транспортом – 0,9999.



Отже, запропонований варіант підвищення ефективності вантажних авіаперевезень є доцільним та вигідним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Паранукян В. Е. Общий курс транспорта : учебное пособие / В. Е. Паранукян. – Мариуполь, 1999. – 138 с.
2. Транспортная логистика : учебник для транспортных вузов. / [Под общей редакцией Л. Б. Миротина]. – М. : Из-во «Екзамен», 2003. – 512 с.
3. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни «Планування міст і транспорт» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 6.092108 - «Теплогазопостачання і вентиляція»). / [Укл. Ляпенко В. О.] – Харків : ХНАМГ, 2008. – 54 с.
4. Казак В. М. Конспект лекцій з дисципліни «Системний аналіз АОТС» / В. М. Казак.

### **Казак В.Н., Палий К.В. МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВИАЦИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК**

*Авиационные грузовые перевозки в Украине достаточно хорошо развиты: имеется достаточно разветвленная транспортная система, происходит рост количества компаний-перевозчиков, идет постоянное совершенствование технологий и методов перевозки.*

*Задачей является повышение эффективности авиационных грузовых перевозок с помощью автомобильных перевозок транспортно-экспедиционным предприятием (ТЭП) TNT и с помощью автоматизации ТЭП с использованием методов системного анализа. Иными словами, планируем доставить быстрее груз до самого аэропорта и пройти обработку груза непосредственно в аэропорту, затратив меньше времени.*

*Ключевые слова: эффективность грузовых перевозок, автомобильные перевозки.*

### **Kazak V.M., Paliy K.V. METHODS OF INCREASING EFFICIENCY OF AIR CARGO TRANSPORTATION**

*Air cargo transportation in Ukraine is well developed: there is a highly developed transport system, increasing number of shipping companies and constantly upgrading technologies and methods of transportation.*

*The objective is to increase the efficiency of air cargo transportation by road transport forwarding company (TFC) TNT and by automating the TFC using methods of system analysis. In other words, we plan to deliver goods faster to the airport itself and handle cargo at the airport in less time.*

*Key words: efficiency of cargo transportation, motor transportation.*