

10. Закон України від 14.05.2012 №10456 «Про внесення змін до статті 3 Закону України «Про державну підтримку сільського господарства України» щодо регулювання закупівельних цін на молоко. [Електрон. ресурс]: Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1148.6457.0>

11. Продовольча та сільськогосподарська Організація Об'єднаних Націй (ФАО). Офіційний сайт. [Електрон. ресурс]: Режим доступу: <http://www.fao.org>

12. Статистичний щорічник України за 2003 рік. – Державний комітет статистики України. – К.: Видавництво «Консультант», 2004. – 559 с.

I.B. ВАСИЛЕНКО,
аспірант, Національний авіаційний університет

Економіко–математичне моделювання обслуговування перевезень біопрепаратів за участю авіаційного транспорту

У статті розроблено економіко–математичні моделі обслуговування перевезень біопрепаратів за участю авіаційного транспорту, які дають змогу оптимізувати доставку цих вантажів із врахуванням обсягів та умов перевезень, параметрів упакування, а також можливості виникнення ризиків.

Ключові слова: обслуговування, біопрепарат, вантаж, зразок, упаковка, відправка.

В статье разработаны экономико–математические модели обслуживания перевозок биопрепаратов с участием авиационного транспорта, которые позволяют оптимизировать доставку этих грузов с учетом объемов и условий перевозки, параметров упаковки, а также возможности возникновения рисков.

Ключевые слова: обслуживание, биопрепарат, груз, образец, упаковка, отправка.

In this paper the author has developed economic and mathematical models of biological transport service involving air transport, which allow optimizing the delivery of the goods, taking into account the volume and conditions of carriage, packaging options, as well as potential risks.

Keywords: service, biological products, cargo, sample, packing, dispatch.

Постановка проблеми. Організація доставки біопрепаратів, а також інших подібних вантажів має відбуватися з врахуванням нетривалих термінів зберігання таких вантажів. Доставка таких вантажів пов'язана з додатковим ризиком, проте вона є значно вигіднішою для експедитора та перевізника, ніж доставка звичайних вантажів. Варто зазначити, що біопрепарати мають властивості як швидкопсувних, так і небезпечних вантажів. Використання авіаційного виду транспорту при перевезеннях таких вантажів сприяє їх якнайшвидшому переміщенню та підвищує рівень збереження вантажів.

Аналіз досліджень та публікацій з проблеми. Проблеми обслуговування перевезень та управління ризиками при доставці вантажів активно вивчалися рядом вітчизняних та закордонних вчених. Наукова праця А. Альбекова [1] присвячена створенню теоретичних положень та рекомендацій до організації та управління торгівлі засобами виробництва. Наукові праці В.С. Лукинського, В.В. Лукинського, Є.В. Будріної та ін. [8, 10] присвячені вирішенню практичних завдань розвитку транспорту та логістики. Проблеми управління ризиками при доставці вантажів повітряним транспортом розглядалися В. Коромисловим у [5] та [6]. Наукова праця В. Леонової [7] присвячена обґрунтуванню раціональних схем доставки швидкопсувних вантажів у Росію. Наукова робота Є. Нагорного та Н. Шраменко [9] присвячена оцінці міжнародних транспортно–технологічних схем в умовах невизначеності. Теоретичні основи управління ризиками при доставці спеціальних категорій вантажів авіаційним транспортом описані Т. Габрієловою у [2]. Також слід відзначити спільні праці автора з Т. Габрієловою – так, у [3] було розроблено основні підходи до оцінки ефективності системи доставки спеціальних вантажів, а [4] було присвячено мінімізації ризиків у ланцюгах постачань біопрепаратів за участю авіаційного транспорту.

Незважаючи на всю важливість наукової проблеми моделювання обслуговування перевезень спеціальних вантажів, які мають властивості як швидкопсувних, так і небезпечних вантажів, за участю авіаційного транспорту, чимало її аспектів залишається невирішеними.

Мета статті. Створення економіко–математичних моделей обслуговування перевезень біопрепаратів за участю авіаційного транспорту, які врахують основні параметри такого перевезення.

Виклад основного матеріалу. Процес перевезення біопрепаратів опишемо за допомогою моделі з дискретними та неперервними змінними та нелінійними функція витрат з

врахуванням ризиків недоставлення неушкоджених зразків біопрепаратів до кінцевого пункту в назначений час внаслідок різного роду причин. Перевезення зразків пов'язане з витратами на засоби збереження зразків при низькій температурі – спеціальні контейнери, сухий лід, зовнішня упаковка. Вага вантажу брутто визначається не стільки вагою зразків, скільки вагою додаткового обладнання і матеріалів.

Загальна вага вантажу залежить певним чином від кількості одноразово підготовлених до перевезення і упакованих зразків. Далі підготовлений до перевезення вантаж відправляється наземним або повітряним шляхом до центрального складу. На центральному складі зразки, що надійшли з різних пунктів відправлення, сортуються і перепакуються в залежності від місця призначення. Перевезення до місць призначення відбувається авіаційним транспортом по тарифах та за правилами перевезень спеціальних вантажів. Процес розглядається у часі. За період планування T може бути взятий один місяць або декілька місяців. Період планування розбивається на окремі дні t . Для кожного дня задається потреба у відправці зразків препаратів h_{ij}^t – кількості зразків, де $i \in I$ – індекс клієнта (пункту відправки), $j \in J$ – індекс місця призначення зразка. Відправка виконується однією партією не частіше ніж раз на день, але може виконуватися не в усі дні тижня. Взяті зразки, що не відправлені, можуть зберігатися протягом доби. Таким чином потреба h_{ij}^t у відправці у день t може не дорівнювати відправці d_{ij}^t у цей день, що дозволяє більш ефективно виконувати перевезення. Вид самого зразка та аналіз, який необхідно провести, не має значення, оскільки вага та об'єм безпосередньо зразка не є суттєвими. В залежності від кількості зразків d_{ij}^t , що відправляються з пункту i в день t , підбирається варіант пакування зразків. Вибраний варіант пакування описується вагою g_p^t , об'ємом v_p^t та собівартістю пакування зразків c_p^t . Залежність ваги, об'єму та вартості від кількості зразків описується ступінчастою функцією, що пов'язане з використанням певних варіантів пакування для інтервалів кількості зразків. Наприклад, для перевезення одного–двох зразків використовується тара меншого розміру та ваги, в яку поміщаються зразки у пробірці вагою близько 100 г та 3 кг сухого льоду. Загальна вага такого варіанту пакування становить близько 5 кг, об'єм 16 куб. дм, вартість – 260 грн. за тару та 72 грн. вартість сухого льоду. Для одночасного перевезення від 3 до 5 зразків використовується більше пакування, в яке поміщаються пробірки вагою по 100 г та 5 кг сухого льоду.

Ринок автотранспортних перевезень в Україні насичений пропозиціями. Серед основних перевізників можна виділити такі найбільш популярні компанії, як «Автолюкс», «Нічний Експрес», «Нова пошта», «Гюнсел», DHL та ін. Зазначені компанії дещо по-різному формують свою тарифну політику, але вартість перевезення має загальну залежність від ваги вантажу, його обсягу, відстані перевезення та заявленої вартості вантажу. Найбільш розповсюдженим є принцип, за яким компанія групує відстані в дискретні зони та встановлює

вартість перевезення як максимум із вартості за вагу та вартості за об'єм для кожної зони. До цієї вартості додається страховий збір у сумі 1% від заявленої вартості вантажу. В цьому випадку вартість перевезення найменшого описаного вище пакування буде визначатися об'ємом, а найбільшого вагою. Вартість перевезення середнього пакування може визначатися вагою або об'ємом в залежності від кількості зразків в упаковці.

Якщо кількість зразків d_{ij}^t перевищує ємність максимальної упаковки, виникає питання найкращого розподілу загальної кількості зразків d_{ij}^t між варіантами упаковки. А саме, нехай кількість варіантів упаковки дорівнює P . Кожен варіант $p \in P$ характеризується максимальною кількістю зразків \bar{d}_p , яку він може вмістити, зовнішнім об'ємом v_p , вагою g_p упаковки разом із сухим льодом та вартістю c_p упаковки разом із сухим льодом. Тут ми допускаємо незначне спрощення, вважаючи, що кількість льоду не залежить від кількості зразків в упаковці. Таке спрощення не є значним, оскільки така залежність не є суттєвою. А кількість льоду може коливатися в залежності від сезону року, очікуваного часу доставки у кінцевий пункт і т.п.

Задача для всього періоду планування T полягає в тому, щоб для кожного дня $t \in T$ і кожного пункту відправки $i \in I$ визначити, скільки зразків d_{ij}^t буде відправлено в цей день на центральний склад, як ця кількість буде розподілена по упаковках, якого перевізника вибрати виходячи з критерію мінімуму суми витрат на упаковку і сухий лід, додатковий сухий лід та зберігання та, власне, на саме перевезення за період планування.

Дамо формальний запис задачі, а далі пояснення до нього.

$$\min_{\Delta h_{ij}^t, k_{ijp}^t, \pi_i, t \in T} \sum (c_i^t + S_i(\Delta h_i^t) + C_i^{\pi_i}(v_i^t, g_i^t)), \quad (1)$$

$$c_i^t = \sum_{p \in P} c_p \sum_{j \in J} k_{ijp}^t, \quad (2)$$

$$\Delta h_i^t = \sum_{j \in J} \Delta h_{ij}^t, \quad (3)$$

$$v_i^t = \sum_{p \in P} v_p \sum_{j \in J} k_{ijp}^t, \quad (4)$$

$$g_i^t = \sum_{p \in P} g_p \sum_{j \in J} k_{ijp}^t + g_1 \sum_{j \in J} d_{ij}^t, \quad (5)$$

$$\sum_{p \in P} \bar{d}_p k_{ijp}^t \geq d_{ij}^t, \quad \forall j \in J, \quad (6)$$

$$d_{ij}^t = h_{ij}^t - \Delta h_{ij}^t + \Delta h_{ij}^{t-1}, \quad d_{ij}^t \geq \Delta h_{ij}^{t-1}, \quad (7)$$

$$k_{ijp}^t = 0, 1, 2, \dots \text{ цілі}, \quad \Delta h_{ij}^t = 0, 1, 2, \dots \text{ цілі}, \quad (8)$$

$$\Delta h_{ij}^0 = 0, \quad \Delta h_{ij}^{T+1} = 0, \quad \forall i, j, \quad (9)$$

$$\pi_i \in \Pi_i, \quad (10)$$

де c_i^t – сумарна вартість упаковки та сухого льоду при нормативних строках перевезення; Δh_i^t – кількість зразків, що залишилися на зберігання після дня t ; Δh_{ij}^t – кількість зразків, що залишилися на зберігання після дня t та мають бути відправлені за місцем призначення j ; v_i^t – загальний

об'єм, що займають пакування, відправлені у день t ; g_i^t – загальна вага пакувань, що були відправлені в день t ; S_i – функція витрат на зберігання (переважно вартість сухого льоду) в залежності від кількості зразків, що зберігаються; C_i^π – функція витрат на перевезення у перевізника π в залежності від загального об'єму та ваги упакованих зразків; c_p – вартість варіанту $p \in P$ упаковки разом із сухим льодом; k_{ij}^t – кількість упаковок варіанту p , що будуть використані у пункті i в день t для відправки у напрямку j ; v_p – об'єм варіанту $p \in P$ упаковки; g_p – вага варіанту $p \in P$ упаковки разом із сухим льодом; g_1 – середня вага одного зразка; d_{ij}^t – кількості зразків, що відправляються з пункту i в день t у напрямку j ; \bar{d}_p – максимальна кількість зразків, що вміщується в упаковку p ; Π_i – множина можливих перевізників π для пункту відправки i ; π_t – перевізник, який обирається для дня t .

Змінними у задачі є Δh_{ij}^t , k_{ij}^t та π_t .

Задача (1)–(10) записується для кожного пункту відправки i окремо, а умови (2)–(10) для кожного для t періоду планування. Строки моделі (1)–(10) мають такий зміст: (1) – це зазначений вище критерій оптимізації; (2) – вартість упаковки та льоду; (3) – кількість зразків, що залишилися для відправки на наступний день; (4) – загальний об'єм вантажу; (5) – загальна вага вантажу; (6) – умова достатньої, щоб вмістити всі зразки по напрямкам відправки, кількості упаковок; (7) – умови на кількість зразків, що відправляються в день t , з врахуванням невідправлених напередодні та залишених на наступний день; (8) – умова цілочисельності змінних – кількості упаковок та кількості зразків, що залишаються на зберігання; (9) – граничні умови динамічного процесу; (10) – умова на вибір перевізника.

Як правило, автоперевезення здійснюються вечірніми та нічними рейсами. Тому партії зразків, що були відправлені в день t , надходять на центральний склад у день $t+1$, сортуються по напрямках відправки та формується вантаж для відправки в кінцеві пункти поставки. Таким чином для кожного дня $t+1$ і кінцевого пункту $j \in J$ визначається вага та обсяг вантажу, що надійшов і має бути відправлений. А саме кількість зразків по напрямках визначається рівністю:

$$d_j^{t+1} = \sum_{i \in I} d_{ij}^t, \quad \forall j \in J, \quad (11)$$

вага вантажу по напрямках:

$$g_j^{t+1} = \sum_{p \in P} g_p \sum_{i \in I} k_{ij}^t + g_1 \sum_{i \in I} d_{ij}^t, \quad (12)$$

обсяг по напрямках:

$$v_j^{t+1} = \sum_{p \in P} v_p \sum_{i \in I} k_{ij}^t, \quad (13)$$

кількість упаковок по типах упаковок і напрямках:

$$k_{jp}^{t+1} = \sum_{i \in I} k_{ijp}^t. \quad (14)$$

Подальше транспортування здійснюється авіаційним транспортом. Вартість перевезення розраховується виходячи із тарифів на перевезення небезпечних вантажів. На-

ведена вище модель (1)–(10) стосується оптимізації перевезення зразків з однієї клініки (пункту відправки) до центрального складу. Якщо ці перевезення організує один експедитор, він має можливість узгодити надходження пакувань зі зразками з різних пунктів та відправку їх авіатранспортом. В такому разі задачі (1)–(10) сформульовані для кожного окремого пункту відправки, мають бути скоординовані задачею вищого рівня, яку сформулюємо так: необхідно організувати надходження пакувань із зразками на центральний склад таким чином, щоби мінімізувати сумарні витрати експедитора на доставку зразків із всіх пунктів відправки, витрати на авіаперевезення та на зберігання зразків в клініках і на центральному складі.

При узгодженому надходження зразків із різних клінік на центральний склад кількість зразків, що будуть зберігатися в клініках, має визначатися в результаті розв'язку координаційної задачі. При цьому змінні Δh_{ij}^t становляться змінними координаційної задачі, а критерій (1) для підзадач окремих пунктів відправки i змінюється на такий:

$$Z_i^{t+1}(\Delta h^{ti}) = S_i(\Delta h_i^t) + \min_{k_{ij}^t, \pi_t} (c_i^t + C_i^{\pi_t}(v_i^t, g_i^t)), \quad (15)$$

при виконанні умов (2)–(10), де Δh^{ti} – вектор змінних Δh_{ij}^t , Δh_{ij}^{t-1} , $j \in J$. Тобто для окремого i задача (15) розв'язується для кожного дня окремо.

Координаційна задача, що визначає сумарні витрати, записується в такому вигляді:

$$V_T = \min_{\Delta h_{ij}^t, \Delta k_{jp}^t, a_{ij}} \left(\sum_{j \in J} C^{a_{ij}}(g_j^t, v_j^t) + \sum_{p \in P} s_p \Delta k_{jp}^t + \sum_{i \in I} Z_i^t(\Delta h^{t-i}) \right), \quad (16)$$

$$k_{jp}^t = \sum_{i \in I} k_{ijp}^{t-1}, \quad (17)$$

$$q_{jp}^t = k_{jp}^t - \Delta k_{jp}^t + \Delta k_{jp}^{t-1}, \quad q_{jp}^t \geq \Delta k_{jp}^{t-1}, \quad (18)$$

$$g_j^t = \sum_{p \in P} (g_p q_{jp}^t + g_1 \bar{d}_p), \quad (19)$$

$$v_j^t = \sum_{p \in P} v_p q_{jp}^t, \quad (20)$$

$$\Delta k_{jp}^t = 0, 1, 2, \dots \text{ цілі}, \quad \Delta h_{ij}^t = 0, 1, 2, \dots \text{ цілі}, \quad (21)$$

$$\Delta h_{ij}^0 = 0, \quad \Delta h_{ij}^{T+1} = 0, \quad \forall i, j, \quad \Delta k_{jp}^0 = 0, \quad \Delta k_{jp}^{T+1} = 0, \quad \forall j, p, \quad (22)$$

$$a_{ij} \in A_j^t, \quad (23)$$

де $C^{a_{ij}}$ – функція витрат на авіаперевезення авіаперевізником a_{ij} у напрямку j в залежності від ваги та об'єму вантажу; a_{ij} – авіаперевізник, що обирається у день t у напрямку j ; s_p – витрати на зберігання пакування типу p протягом доби на центральному складі; Δk_{jp}^t – кількість пакувань типу p , що не були відправлені у напрямку j (залишилися на зберігання протягом доби), у день t ; Z_i^t – функція витрат на доставку пакувань з клініки з врахуванням зберігання зразків в клініці; Δh^{t-1i} – вектор змінних Δh_{ij}^{t-1} , Δh_{ij}^{t-2} від яких залежить значення функції

Z_i^t ; Δh_{ij}^t – кількість зразків, що залишилися на зберігання в пункті i після дня t та мають бути відправлені за місцем призначення j ; k_{jp}^t – кількість пакувань типу p , що надійшла на центральний склад у день t для відправлення у напрямку j ; k_{ijp}^{t-1} – кількість пакувань типу p , що були відправлені напередодні дня t із пункту для відправлення у напрямку j ; q_{jp}^t – кількість пакувань типу p , що відправляється авіаційним транспортом у день t у напрямку j ; g_j^t – вага всіх пакувань, що відправляється авіаційним транспортом у день t у напрямку j ; \underline{g}_p – вага варіанту $p \in P$ упаковки разом із сухим льодом; \bar{g}_p – середня вага одного зразка; \bar{d}_p – максимальна кількість зразків, що вміщується в упаковку p ; v_j^t – об'єм, що мають всі пакування, що відправляється авіаційним транспортом у день t у напрямку j ; v_p – об'єм варіанту $p \in P$ упаковки; A_j^t – множина авіаперевізників, що здійснюють рейс у напрямку j у день t . Змінними в цій задачі є Δh_{ij}^t , Δk_{jp}^t , a_{ij}^t .

Строки моделі (16)–(23) мають такий зміст: (16) – критерій оптимізації, який включає сумарні за весь плановий період витрати на авіаперевезення, на зберігання пакувань на центральному складі та на перевезення до центрального складу та зберігання зразків у клініках; (17) – визначає кількість пакувань, що надійшли у день t до центрального складу по напрямкам відправлень і типам пакувань; (18) – визначає кількість пакувань, що будуть відправлені авіатранспортом у день t в напрямку j по типам пакувань; (19) – загальна вага вантажу, що відправляється в напрямку j у день t ; (20) – загальний об'єм вантажу, що відправляється в напрямку j у день t ; (21) – умова цілочисельності змінних – кількості пакувань, що зберігаються на центральному складі та кількості зразків, що залишаються на зберігання в клініках; (22) – граничні умови динамічного процесу; (23) – умова на вибір авіаперевізника у день t в напрямку j .

Розглянемо тепер дохідну частину в роботі експедитора, який організує перевезення зразків, постачання тари і сухого льоду, координує ці процеси у часі. При роботі із клієнтами (а це пункти відправки зразків) експедитор виставляє рахунок за кожну упаковку, в якому враховує витратні матеріали (порожня упаковка, сухий лід) та транспортування на кожному етапі. Рахунок складається із фіксованої частини (базовий тариф) та змінної частини, пов'язаної з вагою. Наприклад, визначимо базовий тариф за 1 кг у 570 євро; тариф за кожний наступний кг – у 22 євро, паливний збір та збір за безпеку – 3,8%; вартість сухого льоду, 5 кг – \$15; вартість термоконтейнера – \$43.

Таким чином, з кожної упаковки зразків певного виду p , яка відправляється в напрямку j , експедитор має дохід, який позначимо b_{jp} . Тоді сумарний дохід експедитора за день t по всіх підправках дорівнює:

$$b^t = \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} b_{jp} \sum_{i \in I} k_{ijp}^t. \quad (24)$$

Робота експедитора пов'язана із можливістю невиконання перевезень у заплановані терміни або з пошкодженням вантажу. Можливі ризики та оцінка їх ймовірності наведена

Т. Габрієловою та автором у попередніх публікаціях, зокрема у [2–4]. Варто відзначити, що ризики поділяються на ті, що призводять до затримки відправлення та доставки вантажу, та на ті, що призводять до ушкодження та втрати вантажу. В першому випадку експедитор не повертає клієнту кошти, але несе додаткові витрати. В другому випадку експедитор зобов'язаний відшкодувати клієнту його втрати. Оскільки втрата вантажу може статися на різних етапах перевезення і з різних причин, експедитор буде мати і різні витрати на цей момент. До того ж перевезення може бути застраховане, або сплачений певний страховий внесок, що повністю або частково відшкодує збитки експедитора. Отже, з кожним випадком настання ризику пов'язані певні витрати і відшкодування для експедитора. Позначимо множину ризиків R , а ймовірності настання подій $r \in R$ для однієї упаковки, що відправляється, p_r . Нехай при настанні події $r \in R$ експедитор несе витрати z_r , але може розраховувати на відшкодування β_r , в залежності від того, чи застрахований це випадок і на яких умовах. Тоді дохідну частину результату роботи експедитора за період T з врахуванням того, що ймовірність ризиків є малою, можна оцінити таким чином:

$$D_T = \sum_{t \in T} \left(b^t - \sum_{r \in R} (z_r - \beta_r) p_r k^t \right). \quad (25)$$

Загальний очікуваний фінансовий результат роботи експедитора за період T дорівнює $D_T - V_T$, де V_T визначається за розв'язком задачі (16)–(23).

Для демонстрації розрахунку згідно з економіко-математичними моделями було розглянуто приклад перевезення біопрепаратів з трьох пунктів відправки, які розташовані на різних відстанях від центрального складу, у чотири пункти призначення. Для кожного пункту відправки було розглянуто два варіанти перевезення біопрепаратів до центрального складу автотранспортом та по два варіанти відправки вантажу із центрального складу до пунктів призначення авіаційним шляхом. Умовно будемо вважати, що центральний склад знаходиться в аеропорту Бориспіль, а біопрепарати доставляються з Житомира, Запоріжжя та Луганська. Відповідно відстані до центрального складу становлять 140, 568 та 836 км.

Беремо тарифи на перевезення компаній «Гюнсел», «Ін Тайм» та «Нова Пошта». До вартості додається страховий збір та інші визначені перевізником збори. Оскільки в приведеній моделі розглядається доставка типу «двері–двері», у розрахунках будемо використовувати інформацію компанії «Ін тайм» та «Нова Пошта». У табл. 1. приведено варіанти упаковки, що розглядаються.

Вважається, що кожний варіант упаковки розрахований на 24 години зберігання зразків. При збільшенні строку зберігання додається сухий лід у відповідній кількості, що збільшує вартість зберігання. Для проведення розрахунків корисними показниками є характеристики варіантів упаковки в перерахунку на один зразок.

Таблиця 1. Варіанти упаковки, що розглядаються

Варіант	Максимальна кількість зразків	Вага сухого льоду, кг	Загальна вага, кг	Загальний обсяг, куб. дм	Вартість тари, грн.	Вартість сухого льоду, грн.	Загальна вартість, грн.	Додаткова вартість льоду на кожну добу затримки, грн.
1	2	3	5	16	260	72	332	36
2	5	5	7	21	345	120	465	60
3	10	7	10	28	370	168	538	84

Надалі нами розглянуто виконання авіаційних перевезень по чотирьох напрямках. У моделі вважається, що вказані рейси авіакомпанії «Міжнародні Авіалінії України» здійснюються щоденно. Розглянемо також іншу умовну авіакомпанію, тарифи якої дещо нижчі, але рейси виконуються не кожного дня. Для розрахунку прикладу розглянемо тижневу потребу в перевезенні зразків. Згідно із моделлю зразки прибувають на центральний склад у наступний день після відправлення. Визначено партії зразків для відправлення авіаційним транспортом, які з'являються на центральному складі на наступний, за умови якщо зразки відправляються в день їхнього отримання. Проведено розрахунок витрат на доставку зразків при їхньому відправленні наземним і авіаційним транспортом без затримки. Здійснено розрахунки вартості авіаперевезення добового вантажу при умові, якби він міг кожен день бути перевезеним обома авіакомпаніями. Виходячи із параметрів варіантів пакування визначено найбільш економічне пакування. Встановлено, що якщо спочатку використовується варіант пакування 3 та за умови, коли остання упаковка не заповнена повністю і в ній більше ніж 5

зразків, вона залишається недозаповненою. Якщо в ній зразків від 3 до 5, вона замінюється пакуванням 2, якщо зразків від 1 до 2 – замінюється пакуванням 1. Виходячи з цього проводиться розрахунок при відправці зразків на центральний склад без затримки. За результатами розрахунків робимо висновок, що перевезення пакунків компанією «Ін Тайм» є в усіх випадках, крім одного, дешевшим.

Далі здійснюємо розрахунок вартості авіаперевезення добового вантажу при умові, якби він міг кожен день бути перевезеним обома авіакомпаніями – авіакомпанією «Міжнародні Авіалінії України» та умовним перевізником. За результатами розрахунків бачимо, що авіаперевезення авіакомпанією «Міжнародні Авіалінії України» є у багатьох випадках більш дорогим, окрім перевезень у Лондон. У разі коли для кожного дня є можливість вибрати найбільш дешевий варіант перевезень, за тиждень загальна вартість доставки становитиме 195 420,7 грн., де вартість пакування зразків та сухого льоду буде 100 818 грн., вартість наземних перевезень становитиме 4551,1 грн.; вартість авіаційних перевезень – 90051,6 грн.

Таблиця 2. Варіанти відправки зразків автотранспортом при наявності можливості зберегти частину на наступний день

	Берлін			Франкфурт			Брюссель			Лондон		
	зібрано	відправлено	залишено	зібрано	відправлено	залишено	зібрано	відправлено	залишено	зібрано	відправлено	залишено
Із Житомира												
Пон.	14	10	4	21	20	1	29	20	9	18	10	8
Вів.	8	10	2	18	10	9	21	30	0	18	20	6
Сер.	9	10	1	15	20	4	23	20	3	20	20	6
Чет.	5	0	6	17	20	1	24	20	7	21	20	7
П'ят.	7	10	3	20	20	1	17	20	4	28	30	5
Суб.	3	6	0	14	15	0	9	13	0	16	21	0
Із Запоріжжя												
Пон.	32	30	2	41	40	1	47	40	7	34	30	4
Вів.	24	20	6	33	30	4	37	40	4	28	30	2
Сер.	17	20	3	25	20	9	39	40	3	21	20	3
Чет.	29	30	2	27	30	6	26	20	9	19	20	2
П'ят.	12	10	4	28	30	4	30	30	9	23	20	5
Суб.	15	19	0	19	23	0	21	30	0	20	25	0
Із Луганська												
Пон.	27	20	7	30	30	0	39	30	9	31	30	1
Вів.	17	20	4	28	20	8	31	40	0	34	30	5
Сер.	21	20	5	23	30	1	28	20	8	25	30	0
Чет.	14	10	9	19	20	0	29	30	7	27	20	7
П'ят.	19	20	8	21	20	1	23	30	0	22	20	9
Суб.	13	21	0	16	17	0	19	19	0	13	22	0

ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ТА ВИДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Було розглянуто розрахований варіант як базовий та покращено його за рахунок агрегування вантажів, які перевозяться із пунктів відправки та з аеропорту. При цьому було виявлено, що збільшуються витрати на зберігання зразків, проте витрати на перевезення мають зменшуватися за рахунок збільшення ваги партій вантажів та зменшення кількості партій.

Як видно з табл. 1, найбільш економічною є упаковка З. Для збільшення кількості зразків, які перевозяться в упаковці З, будемо виконувати пакування таким чином. Зразки пакуються в упаковку З. Якщо остання упаковка не повністю заповнена, зразки, які знаходяться в останній упаковці, залишаються на зберіганні і пакуються на наступний день. Оскільки у неділю зразки не збираються, то всі зразки, які залишилися на суботу і були зібрані у суботу, відправляються у цей день і пакуються так, як в базовому варіанті. У табл. 2 приведено варіанти відправки зразків автотранспортом при наявності можливості зберігати частину на наступний день.

У табл. 3 приведено кількість пакунків по варіантах упаковки, по днях тижня, пунктах відправки, сумарні показники вантажу та вартість його перевезення при можливості зберігання зразків. З наведених розрахунків видно, що перевезення пакунків компанією «Ін тайм» є дешевшим в усіх випадках.

Далі розрахуємо вартість авіаперевезення вантажу при умові, що вантаж, яких прибув у вівторок, четвер та суботу, відправляється на наступну добу, а добу зберігається на

центральному складі. Для його зберігання у відповідних умовах додається сухий лід у необхідній кількості.

Кількість пакунків по варіантах упаковки, по днях тижня, пунктах доставки, сумарні показники вантажу та вартість його авіаперевезення до кінцевих пунктів при відправці через день приведена у табл. 4.

При цьому сумарна кількість упаковок типу З, що зберігаються на центральному складі, становить по днях тижня: вівторок 31, четвер 27, субота 26. Разом за тиждень 84 упаковки. Упаковки інших типів не зберігаються. За результатами здійснених розрахунків бачимо, що авіаперевезення компанією «Міжнародні Авіалінії України» є дорожчими, але, оскільки інша авіакомпанія виконує рейси не кожен день, її рейси використовуються тільки в ті дні, в які вони виконуються. Витрати на перевезення за тиждень для варіанта із агрегуванням вантажів будуть становити 161 136,7 грн., де вартість пакування зразків та сухого льоду буде становити 88 936 грн., вартість додаткового сухого льоду – 10 236 грн., вартість наземних перевезень – 4197,1 грн., а вартість авіаційних перевезень – 57 767,6 грн. Для порівняння варіантів наведемо їхні результати в табл. 5.

Варіювання параметрами вантажної одиниці, вантажопотоку та видами транспорту дає можливість зменшення ймовірності виникнення ризикових ситуацій на заданому терміну доставки, тим самим збільшує надійність системи доставки. Але застосування більш коштовної тари й упакування

Таблиця 3. Кількість пакунків по варіантах упаковки, по днях тижня, пунктах відправки, сумарні показники вантажу та вартість його перевезення при можливості зберігання зразків

	Берлін			Франкфурт			Брюссель			Лондон			Кількість упаковок разом			Кількість зразків, що залишились	Вартість упаковки та льоду	Вартість додаткового льоду	Вага партії вантажу	Вартість перевезення «ІнТайм»	Вартість перев. «Нова Пошта»
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Із Житомира																					
Пон.	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	6	22	3228	264	60	150,7	170
Вів.	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	7	17	3766	204	70	166,6	170
Сер.	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	7	14	3766	168	70	166,6	170
Чет.	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	6	21	3228	252	60	15,7	170
П'ят.	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	8	13	4304	156	80	182,5	205
Суб.	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	2	1	2	5	0	3952	0	69	167,4	170
Із Запоріжжя																					
Пон.	0	0	3	0	0	4	0	0	4	0	0	3	0	0	14	14	7532	168	140	325,9	380
Вів.	0	0	2	0	0	3	0	0	4	0	0	3	0	0	12	16	6456	192	120	287,2	380
Сер.	0	0	2	0	0	2	0	0	4	0	0	2	0	0	10	18	5380	216	100	248,4	270
Чет.	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	10	19	5380	228	100	248,4	270
П'ят.	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	9	22	4842	264	90	229,0	270
Суб.	0	0	2	0	1	2	0	0	3	0	1	2	0	2	9	0	5772	0	104	257,9	380
Із Луганська																					
Пон.	0	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	11	17	5918	204	110	297,6	440
Вів.	0	0	2	0	0	2	0	0	4	0	0	3	0	0	11	17	5918	204	110	297,6	440
Сер.	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	0	10	14	5380	168	100	276,2	440
Чет.	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	8	23	4304	276	80	233,4	330
П'ят.	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	9	18	4842	216	90	254,8	330
Суб.	1	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	2	0	8	0	4968	0	90	256,1	330

ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ТА ВИДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Таблиця 4. Кількість пакунків по варіантах упаковки, по днях тижня, пунктах доставки, сумарні показники вантажу та вартість його авіап перевезення до кінцевих пунктів при відправці через день

	Пакування			Вартість грн	Вага кг	Вартість авіап перевезення, грн		
	1	2	3			МАУ		інша АК
Берлін								
Вів.	0	0	0	0	0	0		0
Сер	0	0	11	5918	110	4336		4228
Чет.	0	0	0	0	0	0		0
П'ят.	0	0	9	4842	90	3980	1	3916
Суб.	0	0	0	0	0	0		0
Нед.	1	0	9	5174	95	4078		4000
Франкфурт								
Вів.	0	0	0	0	0	0	1	0
Сер	0	0	15	8070	150	4976	1	4804
Чет.	0	0	0	0	0	0	1	0
П'ят.	0	0	14	7532	140	4816		4660
Суб.	0	0	0	0	0	0		0
Нед.	0	2	12	7386	134	4720		4574
Брюссель								
Вів.	0	0	0	0	0	0		0
Сер	0	0	20	10760	200	6120	1	5844
Чет.	0	0	0	0	0	0		0
П'ят.	0	0	15	8070	150	5240	1	5044
Суб.	0	0	0	0	0	0		0
Нед.	0	1	14	7997	147	5187	1	4996
Лондон								
Вів.	0	0	0	0	0	0		0
Сер	0	0	15	8070	150	5240		5200
Чет.	0	0	0	0	0	0	1	0
П'ят.	0	0	13	6994	130	4888		4864
Суб.	0	0	0	0	0	0		0
Нед.	2	1	13	8123	147	5187	1	5150

Таблиця 5. Вартість доставки за базовим варіантом та варіантом зі зберіганням

	Базовий варіант, грн.	Варіант із зберіганням зразків, грн.
Вартість пакування зразків та сухого льоду	100818,0	88936,0
Вартість додаткового сухого льоду	0,0	10236,0
Вартість наземних перевезень	4551,1	4197,1
Вартість авіаційних перевезень	90051,6	57767,6
Сума	195420,7	161136,7

ня, більш дорогого виду транспорту та перевізника має бути обґрунтовано, тому що вартість доставки при цьому може не виправдано зрости. Варіювання витратами, можливість побудови різних варіантів доставки спеціальних вантажів у залежності від параметрів вантажної одиниці та вантажопотоку дає можливість збільшити дохідність перевезень, а також гнучко змінювати ціну на послуги експедитора в залежності від конкурентної ситуації на ринку перевезень, забезпечуючи прибутковість.

Висновки

Нами було визначено, що процес перевезення біопрепаратів необхідно описати за допомогою моделі із дискретними та неперервними змінними та нелінійними функція витрат з врахуванням ризиків недоставляння не-

ушкоджених зразків біопрепаратів до кінцевого пункту в назначений час внаслідок різного роду причин, що і було зроблено. Також нами було встановлено, що за умови, коли перевезення організує один експедитор, він має можливість узгодити надходження пакувань зі зразками з різних пунктів та відправку їх авіатранспортом. У такому разі ці задачі, сформульовані для кожного окремого пункту відправки, мають бути скоординовані задачею вищого рівня, яка передбачає необхідність організації надходження пакувань зі зразками на центральний склад таким чином, щоб мінімізувати сумарні витрати експедитора на доставку зразків з всіх пунктів відправки, витрати на авіап перевезення та на зберігання зразків в клініках і на центральному складі. Також нами формалізовано дохідну частину результату роботи експедитора.

Для демонстрації розрахунку згідно з економіко–математичними моделями було розглянуто приклад перевезення біопрепаратів з трьох пунктів відправки, які розташовані на різних відстанях від центрального складу, у чотири пункти призначення. Для кожного пункту відправки було розглянуто два варіанти перевезення біопрепаратів до центрального складу автотранспортом та по два варіанти відправки вантажу із центрального складу до пунктів призначення авіаційним шляхом. Було встановлено, що застосування більш коштовної тари й упакування, більш дорогого виду транспорту та перевізника має бути обґрунтовано, тому що вартість доставки при цьому може невиправдано зрости.

Подальші наукові дослідження мають стосуватися здійснення розрахунків очікуваного фінансового результату роботи експедитора за описаними економіко–математичними моделями.

Список використаних джерел

1. Альбеков А. Логистика торговли средствами производства и рециклинг материальных ресурсов: Дис.... д. э. н.: 08.00.06 / А. Альбеков. – СПб., 1999. – 323 с.
2. Габрієлова Т.Ю. Теоретичні основи управління ризиками при доставці спеціальних категорій вантажів авіаційним транспортом // Проблеми та перспективи організації авіаційних перевезень, застосування авіації в галузях економіки і розвитку транспортних систем: Монографія / За заг. ред. Г.М. Юна та С.Л. Литвиненка. – К.: «Логос», 2011. – С. 101–112.

3. Габрієлова Т.Ю., Василенко І.В. Основні підходи до оцінки ефективності системи доставки спеціальних вантажів // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – Вип. 5 (131). – С. 155–160.

4. Габрієлова Т.Ю., Василенко І. В. Мінімізація ризиків у ланцюгах постачання біопрепаратів за участю авіаційного транспорту // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Вол. Даля: науковий журнал. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2012. – №6 (177). – Ч. 1. – С. 295–299.

5. Коромыслов А.А. Инновационный менеджмент взаимодействия транспорта в логистической подсистеме «Аэропорт–Город» / А.А. Коромыслов // Актуальные проблемы экономики и транспорта: сб. науч. тр. – Саратов: СГТУ, 2001. – С. 128–130.

6. Коромыслов А.А. Управление рисками в логистических процессах грузовых перевозок воздушным транспортом: Автореф. дис.... к. э. н.: 08.00.05. – Саратов, 2005. – 20 с.

7. Леонова В.В. Обоснование рациональных схем доставки скоропортящихся грузов в Россию: дис.... к.э.н.: 08.00.05 / В.В. Леонова. – М., 2008. – 182 с.

8. Лукинский В.В. Актуальные проблемы формирования теории управления запасами: Монография. – СПб.: СПбГИЭУ, 2008. – 200 с.

9. Нагорний Є.В. Багатокритеріальна оцінка міжнародних транспортно–технологічних схем в умовах невизначеності / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко // Автомобильный транспорт. – Х.: ХНАДУ, 2010. – №26. – С. 91–95.

10. Развитие транспорта и логистики: выявление и оценка синергетических эффектов / Под общ. ред. Е.В. Будриной, В.С. Лукинского. – СПб.: СПбГИЭУ, 2006. – 229 с.

О.Г. ЗАГНІЙ,
к.е.н., Інститут економіки та прогнозування НАН України

Інноваційний розвиток виробничої інфраструктури паливно–енергетичного комплексу в контексті енергетичної безпеки

У статті розглянуто основні проблеми та напрями інноваційного розвитку виробничої інфраструктури паливно–енергетичного комплексу України в контексті енергетичної безпеки.

Ключові слова: інноваційний розвиток, виробнича інфраструктура, паливно–енергетичний комплекс, енергетична безпека, енергоносії, індикатори, стан енергетичної безпеки.

В статье рассмотрены основные проблемы и направления инновационного развития производственной инфраструктуры топливно–энергетического комплекса Украины в контексте энергетической безопасности.

Ключевые слова: инновационное развитие, производственная инфраструктура, топливно–энергетический ком-

плекс, энергетическая безопасность, энергоносители, индикаторы, состояние энергетической безопасности.

The paper consider the main problems and directions of innovative development of the industrial infrastructure of the fuel and energetichskogo complex of Ukraine in the context of energy security.

Keywords: innovative development, manufacturing infrastructure, fuel and energy complex, energy security, energy indicators, the state energy security.

Постановка проблеми. В якісному і стабільному забезпеченні споживачів енергоносіями ключова роль належить виробничій інфраструктурі паливно–енергетичного комплексу (ПЕК). Разом із генеруючими джерелами сукупність