

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВІАЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЦЕНТРУ ТА ЇЇ ЧИСЛОВА РЕАЛІЗАЦІЯ У ПАКЕТІ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ LINDO

Розроблено економіко-математичну модель функціонування авіаційного навчального центру як інвестиційного проекту, що дає можливість враховувати попит на його послуги, наявні ресурси центру та нормативні вимоги до підготовки авіаційного персоналу. Виконано числову реалізацію даної моделі у ППП LINDO.

Постановка проблеми. Економічна ефективність організації та функціонування авіаційного навчального центру (АНЦ) як інвестиційного проекту залежить від ряду умов та обмежень, які не можна не враховувати у процесі побудови економіко-математичної моделі:

1. Зростаючий парк повітряних суден (ПС) іноземного виробництва, а саме “Боїнг” та “Аеробус”, який експлуатують українські авіакомпанії та авіакомпанії країн СНД, потребує збільшення кількості бортпровідників, які пройшли навчання та перенавчання саме за цими типами ПС.
2. Потреба авіакомпаній в кількості таких бортпровідників з кожним роком буде зростати з урахуванням збільшення кількості ПС, що експлуатуються, виробництва “Боїнг” та “Аеробус”.
3. Системний підхід до підготовки бортпровідників в авіаційному навчальному центрі повинен враховувати: дисконтування грошового потоку; інфляцію (враховується за допомогою формули Фішера).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведений аналіз наукових джерел свідчить про достатньо вагоме теоретико-методичне обґрунтування окремих аспектів проблематики, яку було досліджено. Так, питання економічної ефективності експлуатації авіаційних тренажерів та підготовки авіаційних спеціалістів висвітлені у роботах таких науковців, як Горячев В.А., Смирнов Б.А., Коба В.Г., Редковець А.М. та інші. Комплексний підхід до роботи авіаційних спеціалістів та моделювання процесу роботи авіаційних спеціалістів розкривається багатьма науковцями, серед яких хотілось б відзначити праці таких вчених, як Макаров Р.Н., Висоцька М.П., Косарев О.Й., Редковець А.М. та ін. Проблемою оцінки ефективності інвестицій займалися вчені Щелкунов В.І., Кабаніхіна К.В., Коба О.В. та ін. Проблемою економічної оцінки діяльності підприємства – вчені Щелкунов В.І., Кулаев Ю.Ф., Коба В.Г., Жаворонкова Г.В. та ін.

Невирішена раніше частина загальної проблеми. На основі проведеного аналізу наукових джерел встановлено невирішену раніше частину загальної проблеми, а саме: відсутність методичних підходів, які дозволяють визначити найбільш ефективні параметри підготовки авіаційних спеціалістів в авіаційному навчальному центрі, а також науково-методичних підходів щодо забезпечення економічної ефективності створення та діяльності АНЦ.

Мета статті. Метою даного дослідження є розробка організаційних та практичних підходів до забезпечення економічної ефективності функціонування АНЦ як підприємства з надання освітніх послуг.

Виклад основного матеріалу. З урахуванням вищезазначених умов змістовна постановка задачі економічної ефективності організації та функціонування АНЦ як інвестиційного проекту зводиться до задачі прийняття рішення про:

- необхідну кількість підготовки бортпровідників за рік або семестр, щоб їх підготовка в авіаційному навчальному центрі була рентабельною;
- термін окупності інвестицій, вкладених в авіаційний навчальний центр;
- термін виходу на оптимальну потужність функціонування;
- точку беззбитковості проекту організації та функціонування АНЦ.

Відомо, що крім обмежень, у формулюванні задачі основне місце займає вибір критерію, за допомогою якого оцінюється економічна ефективність організації, функціонування та управління авіаційним навчальним центром.

Оскільки створення АНЦ це – інвестиційний проект, то до аналізу його ефективності можливо застосувати терміни та поняття проектного аналізу, а саме чистий, зведений до початку планового періоду дохід за проектом, тобто дисконтований дохід $F(x_{yt})$.

Задача функціонування АНЦ формулюється в такий спосіб:
максимізувати:

$$F(x_{yt}) = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t} \left(\sum_{i=1}^{m_t} \sum_{j=1}^{n_t} \tau_{ijt} x_{ijt} - \sum_{i=1}^{m_t} \sum_{j=1}^{n_t} c_{ijt} x_{ijt} \right) \quad (1)$$

за обмежень:

$$\sum_{t=1}^T x_t \leq d_t, \quad t = \overline{1, T} \quad (2)$$

$$p_{ij} x_{ijt} \leq H_{ijt}, \quad i = \overline{1, m_t}, \quad j \in J_{ijt}, \quad t = \overline{1, T} \quad (3)$$

$$a_{ij} \frac{x_{ijt}}{N_{ij}} \leq H_{ijt}, \quad i = \overline{1, m_t}, \quad j \in J_{ijt}, \quad t = \overline{1, T} \quad (4)$$

$$x_{ijt} \geq 0, \quad i = \overline{1, m_t}, \quad j = \overline{1, n_t}, \quad t = \overline{1, T} \quad (5)$$

$$x_{ijt} - \text{цільові для } i = \overline{1, m_t}, \quad j = \overline{1, n_t}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (6)$$

де i, j, t - індекси типу ПС, курсу, підперіоду (семестру) відповідно; m_t - множина типів ПС, за якими ведеться підготовка в тренінг-центрі; n_t - кількість запропонованих курсів; T - термін реалізації проекту; τ_{ijt} - ціна навчання; N_{ij} - нормативна чисельність навчальної групи; p_{ij} - кількість годин, відведена для персонального навчання бортпровідника; a_{ij} - кількість годин, відведена для навчання бортпровідника в групі; J_{ijt} - підмножина курсів із персональною формою навчання; J_{ijt} - підмножина курсів з аудиторною формою навчання; H_{ijt} - тимчасовий ресурс, що залежить від чисельності персоналу, аудиторій, устаткування, макетів і ін.; E - ставка дисконту; d_t - потенційний попит на підготовку бортпровідників у даному тренінгу-центрі; c_{ijt} - поточні витрати на навчання одного бортпровідника; $F(x_{yt})$ - функція чистого дисконтованого прибутку (цільова функція); x_{ijt} - число бортпровідників, що навчаються (змінна величина).

У загальному випадку (1)-(6) є динамічною задачею лінійного цілочисленого програмування, для чисельної реалізації якої можна використовувати один із пакетів прикладних програм, наприклад, Linear, Interactive and Discrete Optimizer - LINDO.

При розрахунку ціни навчання принциповим є врахування вартості проходження тренажерної підготовки, оскільки з урахуванням цього виду підготовки вартість навчання збільшується приблизно вдвічі.

Ціна навчання також залежить від типу курсу навчання. Очевидно, що первісне навчання бортпровідника є найдорожчим з усіх типів курсів для бортпровідників та найдовшим за терміном підготовки.

Календарний рік поділимо на два навчальних семестри (t) для більш наглядних розрахунків, при необхідності кількість семестрів можливо збільшити. Будемо також враховувати ту обставину, що є суто теоретичні курси навчання, де курсант навчається у групі разом зі всіма, а є тренажерні курси навчання, де кожний курсант відпрацьовує свої дії разом з інструктором. Таким чином, економіко-математична модель також обмежується часовим ресурсом на навчання курсанта в групі та часовим ресурсом на індивідуальне навчання курсанта з інструктором.

Розрахунок виконаємо на два роки функціонування АНЦ, тобто на чотири семестри навчання. У програмі LINDO вирішення задачі виконується за допомогою команди "Solve". Приклад запису економіко-математичної моделі, обмежень та змінних у LINDO докладно описано у роботах [1, 2, 3].

Оскільки у даній моделі кандидати на навчання за своєю структурою не поділені на визначені категорії

(наприклад, на контрактних чи бюджетних), то структура набору визначається нормативами та ступенем вигідності курсу для АНЦ. Щодо розподілу кандидатів за здібностями, то він виконується шляхом тестування ще до зарахування на навчання і описується гаусовою кривою.

Реалізація даної моделі функціонування АНЦ проводилися за такими варіантами:

- достатні ресурси, які враховують нормативну чисельність навчальних груп та нормативну кількість годин, необхідних для якісного навчання;

- дефіцитні ресурси, які менші достатніх на 20%;

- надмірні ресурси, які більші достатніх на 20%;

- дуже надмірні ресурси, які більші достатніх на 100%.

За результатами реалізації моделі (1) - (6) було побудовано параметричний графік (рис.1) та проведено аналіз її чутливості, що дозволило зробити наступні висновки: нижня межа попиту на послуги АНЦ обмежується наявними ресурсами АНЦ, а нижня межа ресурсів, у свою чергу, обмежується нормативною чисельністю навчальної групи – 15-20 слухачів, нормативною кількістю годин на підготовку та нормативною кількістю викладачів на одну групу слухачів (1 викладач на 15 слухачів).

Верхня межа попиту обмежується ринком авіаційних пасажирських перевезень, який в свою чергу обмежується попитом на ці перевезення з боку населення та організацій. Розрахунки показали, що при збільшенні ресурсів АНЦ на 100% він може задовольнити попит на навчання, який на 144% більше, ніж попит, що задовольняється АНЦ при достатніх ресурсах.

Оптимізація рішення задачі виконується таким чином, що спочатку слухачі розподіляються на найбільш вигідні для АНЦ курси навчання до моменту, коли попит досягне свого максимуму, обмеженого заданими спочатку ресурсами. При цьому максимумі програма розподіляє слухачів за курсами і набір здійснюється на всі заявлені курси, тобто визначається оптимальна структура набору. Реалізація моделі дозволила побачити більш вигідні курси навчання (первинне навчання, підвищення кваліфікації, міжнародні повітряні лінії) та менш вигідні курси навчання (тренажер “Вода”, тренажер “Суша”, тренажер “Пожежа”), на які слухачі розподіляються в останню чергу.

Щонайвигідніші курси підготовки – тривалі курси (2,5-3 місяці) на тип ПС “Боїнг-767”. На ці курси кількість слухачів у групі, з урахуванням нормативів, є максимальною - 20 слухачів. Найневигідніші курси – це індивідуальні курси навчання, які потребують відпрацювання практичних навичок під керівництвом інструктора, на тип ПС “А-320”.

Розроблена модель дозволяє також визначити оптимальну структуру набору слухачів на навчання шляхом ітераційного збільшення або зменшення меж обмежень моделі (для попиту крок ітерації це – 50-100 чол., для ресурсів – крок визначається в залежності від тривалості курсу, якщо тривалий, то більше годин - 50, якщо ні, то менше годин – 10-20).

