

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

Розроблено методичний підхід до оцінки прямого ефекту від інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів, який визначається як зменшення рівня ризику, пов'язаного з рухом поїздів, за рахунок впровадження заходів. У свою чергу, рівень ризику визначається на основі моделювання щільностей розподілу кількості транспортних подій за видами упродовж року та оцінки математичних сподівань рівнів шкоди (економічної, соціальної, екологічної) від транспортних подій кожного виду. Запропоновано метод визначення економічної оцінки соціальних наслідків транспортної події.

Разработан методический подход к оценке прямого эффекта от инвестиций в мероприятия по повышению безопасности движения поездов, который определяется как уменьшение уровня риска, связанного с движением поездов, за счет внедрения мероприятий. В свою очередь, уровень риска определяется на основе моделирования плотности распределения количества транспортных событий по видам на протяжении года и оценки математических ожиданий уровней вреда (экономической, социальной, экологической) от транспортных событий каждого вида. Предложен метод определения экономической оценки социальных последствий транспортногo события.

The methodical approach to an estimation of direct effect from investments into actions on increase of train traffic safety, which is defined as reduction of the risk level connected with train operation, due to the introduction of actions is developed. The risk level is defined on the basis of modelling density of distribution of quantity of transport accidents by their types during the year and an estimation of expectations of harm levels (economic, social, ecological) from each type of transport accidents. The method of definition of an economic evaluation of social aftermaths of a transport accident is offered.

І. Вступ

Транспорт є сферою діяльності людей, яка характеризується підвищеною небезпекою. Однією з головних задач залізничного транспорту є забезпечення безпеки на транспорті.

Безпеку на залізничному транспорті потрібно розглядати у трьох площинах:

- безпека руху;
- безпека від зовнішнього впливу;
- участь виду транспорту у системі національної безпеки держави.

У цій роботі розглядаються питання забезпечення безпеки руху поїздів.

Під забезпеченням безпеки руху на залізничному транспорті маємо на увазі діяльність органів залізничного транспорту, органів державної влади й органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і громадян, спрямовану на безперерйне функціонування залізниць і недопущення виникнення аварійних ситуацій у перевізному процесі, а також на зниження наслідків можливих транспортних подій. Безпека руху на залізничному транспорті тісно пов'язана із забезпеченням збереження вантажів та захистом життя і здоров'я пасажирів та працівників транспорту, охороною навколишнього природного середовища.

Необхідно відмітити, що в умовах кризових явищ з 90-х років підвищення рівня безпеки в основному досягалося за рахунок адміністративних заходів. Однак проведені дослідження свідчать про зменшення впливу названого фактору на рівень безпеки руху поїздів [1]. В умовах ринкової економіки пріоритетним повинен стати економічний (а не адміністративний, заснований на дисциплінарних заходах) підхід до забезпечення безпеки руху поїздів.

Такий підхід потребує інвестування коштів у розвиток технічних засобів та навчання персоналу. Розробка та відбір варіантів інвестування потребує оцінки їх економічної ефективності. При цьому вказана оцінка повинна відповідати сучасним методичним підходам.

Взагалі ефективність інвестицій визначається як співвідношення ефекту (тобто корисного результату, що виражений у грошовій формі) з інвестиціями, що його спричиняють (також вираженими у грошовій формі). Існує досить добре розроблений інструментальний апарат оцінки ефективності інвестиційних проектів, який складається з принципів визначення ефективності, критеріїв ефективності, показників ефективності та методів їх визначення. Цей інструментальний апарат мало залежить від специфіки інвестиційного проекту. Особливи-

ми для різних типів інвестиційних проектів є методичні підходи до визначення результатів та їх оцінки у грошовій формі. Саме це питання потребує спеціального дослідження при оцінці економічної ефективності інвестицій у заходи із забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів.

II. Постановка задачі

Задачею цієї роботи є розробка методичного підходу до визначення економічного ефекту заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення рівня безпеки руху поїздів, який дозволить комплексно враховувати вплив відповідних заходів на різні сфери функціонування залізничного транспорту та життєдіяльності людей.

III. Результати дослідження

При оцінці ефективності інвестицій їх результати підрозділяються за сферою виникнення (економічний, соціальний, екологічний тощо) та за рівнем цілей (суспільні, бюджетні, комерційні тощо). Ефективність інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів повинна, у першу чергу, визначатись на суспільному рівні та враховувати увесь спектр як економічних, так і інших результатів.

Для оцінки економічної ефективності інвестицій у заходи щодо підвищення безпеки руху поїздів необхідно зіставити рівні безпеки за умови реалізації заходів, що розглядаються, і без такої реалізації. Таке порівняння дозволяє визначити прямий ефект цих заходів.

При вирішенні поставленої задачі перш за все слід визначити спосіб економічної оцінки рівня безпеки. На теперішній час рівень безпеки руху поїздів оцінюють за кількістю допущених транспортних подій (згідно з класифікацією [2]) у одиницю часу. Цей показник не можна вважати економічним, оскільки він не дає змоги оцінити вплив транспортних подій на економічні показники роботи залізничного транспорту та інших осіб.

На наш погляд, для кількісної оцінки безпеки руху поїздів потрібно розглянути її у зворотному зв'язку з ризиком, що пов'язаний з рухом поїздів. Тобто, безпека тим вища, чим нижчий ризик. Тому й кількісна оцінка підвищення рівня безпеки може бути визначена як зменшення рівня ризику, пов'язаного з рухом поїздів.

Відомо, що рівень елементарного ризику може бути оцінений у грошовій формі як добу-

ток ймовірності настання відповідної події та величини втрат, які вона може спричинити. Тому ризик, пов'язаний з рухом поїздів, може бути визначений виходячи з ймовірності настання транспортних подій (за їх видами згідно класифікації [2]) та математичних сподівань втрат від настання транспортних подій (також за їх видами).

Математичне сподівання втрат від транспортної події повинно враховувати його можливі економічні (наприклад, прямі збитки та втрачена вигода від пошкодження технічних засобів), соціальні (перш за все, життя та здоров'я людей, як пасажирів, так і робітників транспорту) та екологічні наслідки.

Для визначення ймовірності настання транспортних подій доцільно використовувати категорійний апарат та методи теорії надійності технічних систем. При цьому залізничний транспорт розглядається як технічна система, а транспортна подія певного виду – як відмова технічної системи.

Як відомо, під відмовою технічної системи розуміють випадкову подію, яка полягає у порушенні працездатності технічної системи або її складових частин під впливом ряду випадкових чинників [3]. Для опису цієї випадкової події (відмови) використовують певні випадкові величини, які характеризуються деякими законами розподілу. Однією з таких випадкових величин є наробіток до відмови, який є випадковою величиною періоду часу від початку роботи до відмови. Тобто інтегральна функція розподілу наробітку до відмови ($q(t)$) відбиває ймовірність події, яка полягає у тому, що час роботи системи без відмови буде меншим за заданий проміжок часу (t). Цю випадкову величину характеризує щільність розподілу ($w(t)$), де $w(t) = dq(t)/dt$.

Тобто, час роботи системи (залізничного транспорту) від відмови (транспортної події певного виду) до відмови (наступної транспортної події того ж виду) може бути описаний щільністю розподілу ($w(t)$). З теорії надійності технічних систем відомі типи диференціальних законів розподілу, що притаманні цій випадковій величині у різних ситуаціях (розподіл Вейбулла, експоненціальний розподіл, розподіл Релея, Гамма-розподіл та інші) [3]. Також відомі зв'язки цієї функції розподілу з іншими показниками надійності систем (такими, як середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов та ін.).

Якщо встановлена щільність розподілу часу між транспортними подіями певного виду, може бути визначена щільність розподілу кількості транспортних подій цього виду упродовж заданого періоду часу (наприклад, року). Зручним для цього є застосування методу статистичних випробувань.

Наступним етапом є встановлення нормативного рівня втрат від настання транспортної події кожного виду (катастрофи, аварії, серйозні інциденти, інциденти та порушення). Економічним змістом такого нормативу є математичне очікування рівня втрат від настання транспортної події. При цьому рівень втрат повинен враховувати економічні, соціальні та екологічні наслідки транспортної події.

Економічні наслідки транспортної події показують рівень матеріальних збитків, який включає:

- прямі збитки від пошкодження майна як залізниць, так і інших осіб;
- витрати на відновлення нормального режиму роботи залізничного транспорту (які не враховані у складі прямих збитків);
- збитки від втраченої вигоди як залізничного транспорту, так і інших осіб.

Соціальні наслідки транспортної події полягають, перш за все, у спричиненні шкоди життю та здоров'ю людей (пасажирів, працівників залізничного транспорту, іншим особам). На наш погляд, щоб оцінити розмір спричиненої шкоди життю та здоров'ю людей у грошовій формі, її слід розглядати за такими рівнями:

- тимчасова втрата працездатності особою внаслідок транспортної події;
- стійка втрата працездатності особою (встановлення їй I, II або III групи інвалідності) внаслідок транспортної події;
- загибель особи внаслідок транспортної події.

Нормативна оцінка розміру шкоди у разі загибелі особи може бути визначена за формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B_{\text{ввп}}}{(C_0 + C_1) \cdot 0,5} \cdot \bar{T}_{\text{ж}}, \quad (1)$$

- де $B_{\text{заг}}$ – вартісна оцінка шкоди від загибелі особи, грн;
- $B_{\text{ввп}}$ – річний валовий внутрішній продукт (ВВП) України, грн;
- C_0 – чисельність наявного населення України на початок року, за який визначено ВВП, осіб;

C_1 – чисельність наявного населення України на кінець року, за який визначено ВВП, осіб;

$\bar{T}_{\text{ж}}$ – середня тривалість життя, визначена у році, за який визначено ВВП, років.

За запропонованою формулою виконано розрахунок вказаного нормативу за даними 2008 року. Так, ВВП у 2008 році становить 949864 млн грн. Чисельність наявного населення на початок року становить 46372,7 тис. осіб, а на кінець – 46143,7 тис. осіб. Середня тривалість життя, визначена на 2007–2008 рр., дорівнює 68,27 років (дані Державного комітету статистики України [5]). Таким чином, вартісна оцінка шкоди від загибелі особи в умовах 2008 р. становить:

$$B_{\text{заг}} = \frac{949864 \cdot 10^6}{(46372,7 + 46143,7) \cdot 0,5 \cdot 10^3} \times 68,27 \cdot 10^{-6} = 1,4 \text{ млн грн.}$$

Нормативний розмір шкоди від спричинення транспортною подією стійкої втрати працездатності особою можна визначити за формулою:

$$B_{\text{свп}} = B_{\text{заг}} \cdot K_{\text{свп}} + B_{\text{лік}}, \quad (2)$$

де $B_{\text{свп}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією стійкої непрацездатності особи, грн;

$B_{\text{заг}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією загибелі особи, грн;

$K_{\text{свп}}$ – нормативний коефіцієнт, який встановлюється у залежності від групи інвалідності, яку встановлено постраждалій особі (пропонується встановити для I групи – 0,8, для II – 0,6, для III – 0,4);

$B_{\text{лік}}$ – вартість лікування постраждалої особи, грн.

Шкоду від спричинення транспортною подією тимчасової втрати працездатності особою можна оцінити за допомогою формули:

$$B_{\text{твп}} = \frac{\bar{3}}{30} \cdot T_{\text{твп}} + B_{\text{лік}}, \quad (3)$$

де $B_{\text{твп}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією тимчасової непрацездатності особи, грн;

- \bar{z} – середня місячна заробітна плата в Україні (за статистичними даними), грн;
- $T_{\text{твп}}$ – тривалість тимчасової непрацездатності, днів (для постраждалих непрацездатних осіб – тривалість клінічного та амбулаторного лікування наслідків транспортної події).

Екологічні наслідки транспортної події можуть оцінюватися як на основі відповідних нормативів, так і на основі витрат, пов'язаних з їхнім усуненням, або як комбінація зазначених підходів.

Загальний розмір нормативних втрат від транспортної події певного виду визначається як сума оцінок математичних сподівань розміру матеріальних втрат (економічні наслідки) грошової оцінки шкоди життю та здоров'ю людей (соціальні наслідки) та грошової оцінки шкоди навколишньому середовищу (екологічні наслідки).

Множення щільності розподілу випадкової величини кількості транспортних подій певного виду за рік на норматив втрат від транспортної події цього виду (який у цьому випадку розглядається як константа) визначається щільність розподілу випадкової величини загальних втрат (у грошовому виразі) від настання транспортних подій цього виду упродовж року. Грошова оцінка ризику, пов'язаного з рухом поїздів, визначається як сума математичних сподівань законів розподілу річних втрат від настання транспортних подій за усіма їх видами. Прямий економічний ефект від заходів із забезпечення та підвищення безпеки руху визначається як різниця між грошовою оцінкою ризику, пов'язаного з рухом поїздів, визначеною без урахування проведення цих заходів та грошовою оцінкою цього ризику, визначеною за умови здійснення вказаних заходів.

Як правило, проекти, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів, є комплексними, тобто такими, що забезпечують отримання результатів і в інших сферах. І навпаки, проекти, що розробляються для інших цілей, вирішують і питання безпеки руху поїздів. Тому при оцінці ефективності інвестицій необхідно враховувати супутні ефекти. Такими є, наприклад, економічний ефект, пов'язаний з відновленням технічних засобів, економічний і соціальний ефект від підвищен-

ня кваліфікації персоналу тощо. Саме урахування усього спектру результатів інвестицій дозволить коректно визначати показники їх ефективності [6].

IV. Висновки

Таким чином, визначаючи вплив заходів з підвищення безпеки руху на такий показник, як інтенсивність транспортних подій (відмов) або інші показники, що характеризують надійність системи залізничного транспорту, можна моделювати показник, що характеризує рівень ризику, пов'язаного з рухом поїздів, а, відповідно, і рівень безпеки руху поїздів у грошовій формі.

Таке визначення ефектів від заходів щодо підвищення безпеки руху поїздів дозволить використовувати для оцінки ефективності інвестицій добре розроблений сучасний інструментарій оцінки ефективності інвестиційних проєктів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Системний економічний підхід до безпеки руху поїздів [Текст] / В. В. Шевченко та ін. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 26. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – С. 236-238.
2. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті та метрополітенах України : Затв.: Наказ Міністерства транспорту України 22.03.2002 № 196 [Текст].
3. Матвеевский, В. Р. Надежность технических систем [Текст] : учебн. пособие / В. Р. Матвеевский; Московский гос. ин-т электроники и математики. – М., 2002. – 113 с.
4. Гаевская, Л. Н. Экономические аспекты развития железнодорожного транспорта Украины [Текст] : монография / Л. Н. Гаевская. – Ирпень: Академия ГНС Украины, 2001. – 129 с.
5. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. Оцінка економічної ефективності інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів / В. В. Шевченко та ін. // Проблеми економіки транспорту: матеріали 8 наук. конф. (16-17 квітня 2009 р., Дніпропетровськ). – Д., 2009. – С. 13.

Надійшла до редколегії 23.09.2009.

Прийнята до друку 25.09.2009.