

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
Кафедра «Економіка та менеджмент»

**НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ ТА ПРОФЕСІЙ
СНАМ, ФРАНЦІЯ**

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____ О. М. Гненний
(підпис) (ПБ)
«___» _____ грудня _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема Удосконалення методів оцінки економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху поїздів

Theme Improving methods for determining the economic efficiency of measures to improve train traffic safety

Керівник дипломної роботи професор _____ Гненний О. М.

Студент групи _____ Діденко Д. В.

Student _____

Дніпро
2020

РЕФЕРАТ

Відомості про об'єм пояснювальної записки: 119 сторінок, в тому числі 106 сторінок основного тексту. Список використаних джерел налічує 106 позиції.

Ключові слова: безпека, надійність, ризик, залізничні перевезення, безпека руху поїздів, економічна ефективність.

Завданням даної магістерської роботи є розробка підходів до оцінки економічної ефективності інвестицій, спрямованих на підвищення безпеки руху поїздів.

У першому розділі виконано аналіз проблеми забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях України. Досліджено розвиток теорії безпеки руху поїздів в Україні та країнах СНД, зарубіжний досвід оцінки забезпечення безпеки руху поїздів, історичний розвиток методів оцінки економічної ефективності управлінських рішень.

У другому розділі виконано аналіз вантажних та пасажирських перевезень, стану забезпечення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України. Досліджено організаційні засади управління безпекою руху поїздів на залізницях України.

В третьому розділі розроблено загальні принципи, критерії та методи визначення економічної ефективності заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів. Запропоновано методичні підходи до визначення ефекту від заходів, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів. Виконано економіко-математичне моделювання процесу підвищення безпеки руху на залізничному транспорті.

ABSTRACT

Explanatory note: 119 pages, including 106 pages of body text. The list of used sources has 106 items.

Keywords: safety, reliability, risk, railway transportation, train safety, economic efficiency.

The task of this master's thesis is to develop approaches to assessing the economic efficiency of investments aimed at improving train safety.

The first section analyzes the problem of ensuring the safety of trains on the railways of Ukraine. The development of the theory of train safety in Ukraine and the CIS countries, foreign experience in assessing the safety of trains, the historical development of methods for assessing the economic efficiency of management decisions.

In the second section the analysis of freight and passenger transportations, a condition of maintenance of safety of movement of trains on the railway transport of Ukraine is executed. The organizational principles of train safety management on the railways of Ukraine are studied.

In the third section the general principles, criteria and methods of definition of economic efficiency of the measures directed on maintenance and increase of safety of movement of trains are developed. Methodical approaches to determining the effect of measures aimed at ensuring and improving the safety of trains are proposed. Economic and mathematical modeling of the process of improving traffic safety on railway transport is performed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ ЯК ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Аналіз проблеми забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях України	8
1.2. Розвиток теорії безпеки руху поїздів в Україні та країнах СНД	10
1.3. Зарубіжний досвід оцінки забезпечення безпеки руху поїздів.....	17
1.4. Історичний розвиток методів оцінки економічної ефективності управлінських рішень	20
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ	37
2.1. Аналіз діяльності залізничного транспорту та перспективи його розвитку	37
2.2. Аналіз стану забезпечення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України	52
2.3. Організація управління безпекою руху поїздів на залізницях України.....	66
3. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ	75
3.1. Загальні принципи, критерії та методи визначення економічної ефективності заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів	75
3.2. Методичні підходи до визначення ефекту від заходів, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів.....	87
3.3. Економіко-математичне моделювання процесу підвищення безпеки руху на залізничному транспорті	94
ВИСНОВКИ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111

ВСТУП

Ринкові перетворення в Україні, інтеграція її до світової економіки призводять до загострення конкуренції як між окремими видами транспорту всередині країни так і між транспортними системами різних країн на ринку транспортних послуг. В сучасних умовах лідером по пасажиро- та вантажообороту серед видів транспорту України є залізничний транспорт. При цьому престиж та конкурентоспроможність залізничного транспорту на внутрішньому ринку транспортних послуг та міжнародному ринку перевезень багато в чому визначає безпека руху. Сучасний залізничний транспорт України являє собою потужний виробничо-технічний комплекс, до складу якого входять біля 2300 відокремлених виробничих підрозділів, близько 6 тис. одиниць тягового рухомого складу, понад 280 тис. вагонів, 350 тис. працівників та є зоною підвищеної небезпеки. Випадки браків у роботі, порушення безпеки на транспортному конвеєрі призводять до втрат пропускної та провізної спроможності залізничних ліній, наносять значні матеріальні збитки, а в деяких випадках створюють небезпеку для життя та здоров'я людей.

Для здійснення заходів з підвищенню безпеки руху на залізничному транспорті проводиться формування і реалізація відповідних планів фінансування. При цьому є необхідність виконання оцінки економічної ефективності від розробки і впровадження конкретних заходів, направлених на підвищення безпеки руху поїздів. Тому тема даної дисертації, пов'язана з економічною оцінкою технічних заходів щодо безпеки руху, є актуальною для економіки залізничної галузі.

Метою роботи є розробка економічних засад, сприяючих підвищенню безпеки руху на залізницях, через оцінку ефективності інвестицій в заходи щодо забезпечення безпеки руху.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України.

Предмет дослідження – економічна складова системи безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України.

Поставлена мета досягається в результаті вирішення наступних задач дослідження:

- аналіз сучасних методів оцінки ефективності заходів із забезпечення безпеки руху поїздів;

- дослідження технічного стану інфраструктури та рухомого складу залізничного транспорту, динаміки обсягів перевезень та стану забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях України;

- оцінка ризиків при здійсненні інвестування в систему безпеки руху;

- розробка економічного критерію оцінки ефективності інвестицій в систему безпеки руху;

- розробка методів економічного аналізу (оцінки) діяльності залізниць з урахуванням технічного забезпечення системи безпеки руху;

Методи досліджень. Теорія систем і системний аналіз, математична статистика, регресійний та кореляційний аналіз, аналіз часових рядів, теорія безпеки руху поїздів для дослідження технічного стану інфраструктури та рухомого складу залізничного транспорту, динаміки обсягів перевезень та стану забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях України; математична статистика, теорія надійності систем, економіко-математичне моделювання, методи інвестиційного аналізу для оцінки ризиків при здійсненні інвестування в систему безпеки руху та розробки економічного критерію оцінки ефективності інвестицій в систему безпеки руху; теорія безпеки руху поїздів, економічний аналіз для розробки методів оцінки діяльності залізниць з урахуванням технічного забезпечення системи безпеки руху.

Наукова новизна роботи полягає в розробці методичних підходів, які дозволяють об'єктивно оцінити економічну ефективність заходів щодо безпеки руху поїздів і полягає в наступному:

1. Удосконалено методичний підхід до визначення прямого економічного ефекту від заходів із забезпечення та підвищення безпеки руху, за яким, на відміну від існуючих, вказаний ефект визначається як різниця між грошовими оцінками ризиків, пов'язаних з рухом поїздів, визначеними за умови, що заходи не здійснюються, та за умови їх проведення. Розроблений методичний підхід дозволить

використовувати для оцінки ефективності вказаних заходів добре розроблений сучасний інструментарій оцінки ефективності інвестиційних проектів та ймовірнісні моделі безпеки руху поїздів.

2. Удосконалено методичний підхід прогнозування кількості транспортних подій, який, на відміну від існуючих, розглядає залізничний транспорт як технічну систему, а транспортну подію – як відмову технічної системи, що дозволяє враховувати при прогнозуванні кількості транспортних подій результати заходів із забезпечення безпеки руху поїздів шляхом встановлення їх впливу на параметри законів розподілу часу роботи залізничного транспорту між транспортними подіями.

3. Удосконалено методи визначення грошової оцінки економічних і соціальних наслідків транспортної події, за якими, на відміну від існуючих, при визначенні втрат враховується зміна справедливої вартості активів у результаті транспортної події та упущена вигода, що визначається на основі вартості активів та вартості капіталу, а також грошова оцінка спричиненої шкоди життю та здоров'ю людей.

Практичне значення отриманих результатів.

Положення, висновки і рекомендації, а також запропоновані методи, моделі можуть бути використані в системах підтримки рішень з розробки та удосконалення галузевих програм з безпеки руху поїздів.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновку. Загальний обсяг роботи 106 сторінок основного тексту.

1. МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ ЯК ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз проблеми забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях України

Залізничний транспорт є найбільш розвинутим видом транспорту в Україні. Експлуатаційна довжина залізничної мережі України складає 22,3 тис. км. По цьому показнику залізниці України займають четверте місце у світі (після США, Росії та Канади). На залізничний транспорт припадає 3% валового внутрішнього продукту, близько 80% вантажообігу (без урахування трубопровідного транспорту) та 40% пасажирообігу.

Найважливішими перевагами залізничного транспорту в сучасних умовах є його доступність та нижчий, в порівнянні з іншими видами транспорту, негативний вплив на навколишнє середовище. Це вид транспорту для якого характерне широке використання електроенергії для масових перевезень. В умовах стрімко зростаючих цін на нафтопродукти це може стати одним із вирішальних факторів для підвищення конкурентоздатності залізниць та послаблення їх залежності від зовнішньоекономічних чинників, адже єдиним джерелом енергії, яким Україна забезпечується на 100% за рахунок власного виробітку, є саме електрична енергія.

Залізниці України до останнього часу забезпечували потреби економіки та населення у перевезеннях. Досягалось це, в основному, за рахунок запасу технічних потужностей, створених раніше. До 2000 року темпи падіння обсягів перевезень перевищували темпи старіння й виведення з експлуатації основних фондів, особливо їх активної частини – рухомого складу. На теперішній час резерви залізниць у цьому напрямку вичерпані. Доля зношеності основних фондів, що по деяким основним їх видам досягає 80 – 90 %.

Транспорт взагалі, і залізничний транспорт зокрема, є сферою діяльності людей, що характеризується підвищеним рівнем небезпеки. Тому одним з головних напрямків роботи залізничників є забезпечення достатнього рівня безпеки руху поїздів.

Слід відзначити, що залізничний транспорт вигідно відрізняється від інших видів транспорту (перш за все, від автомобільного) саме забезпеченням високого рівня безпеки руху. Це підтверджує порівняння деяких показників безпеки руху. Так, у 2019 році відбулося 160675 дорожньо-транспортних пригод (автомобільний транспорт), з них 26052 – з постраждалими. У тому ж році налічується 36190 постраждалих у дорожньо-транспортних пригодах осіб, з яких 3454 осіб загинули [74]. В той час як у 2019 році на залізничному транспорті відбулося 722 аварії та 496 серйозних інцидентів та не допущено жодної катастрофи. При цьому постраждало 561 особа, з яких 332 особи загинуло [35], що значно нижче, ніж на автомобільному транспорті.

Таким чином, забезпечення високого рівня безпеки руху поїздів є однією з головних конкурентних переваг залізничного транспорту у порівнянні з іншими видами транспорту та однією з причин пріоритетності його розвитку з суспільної точки зору.

Державне управління в галузі транспорту в сучасних умовах повинно вирішувати комплекс складних і суперечливих завдань. Згідно з Законом України «Про транспорт» державне управління в галузі транспорту має забезпечувати:

- своєчасне, повне та якісне задоволення потреб населення і суспільного виробництва в перевезеннях та потреб оборони України;
- захист прав громадян під час їх транспортного обслуговування;
- безпечне функціонування транспорту;
- додержання необхідних темпів і пропорцій розвитку національної транспортної системи;
- захист економічних інтересів України та законних інтересів підприємств і організацій транспорту та споживачів транспортних послуг;
- створення рівних умов для розвитку господарської діяльності підприємств транспорту;
- обмеження монополізму та розвиток конкуренції;
- координацію роботи різних видів транспорту;
- ліцензування окремих видів діяльності в галузі транспорту;

– охорону навколишнього природного середовища від шкідливого впливу транспорту.

Згідно з Законом України «Про залізничний транспорт» [39] залізниці у взаємодії з іншими видами транспорту повинні своєчасно і якісно здійснювати перевезення пасажирів і вантажів, забезпечувати безпеку руху, розвивати сферу транспортного обслуговування народного господарства та населення.

Таким чином, забезпечення безпеки процесу перевезень є основними задачами як залізничного транспорту, так і держави при регулюванні його діяльності. В той же час забезпечення безпеки руху вимагає використання матеріальних, фінансових та людських ресурсів і умовах обмеження цих ресурсів виникають конфліктні ситуації по їх розподілу для забезпечення інших функцій транспорту.

1.2. Розвиток теорії безпеки руху поїздів в Україні та країнах СНД

Безпека руху поїздів являє собою комплексну проблему, що визначається організаційними, технологічними, технічними та ергономічними факторами [58, 88, 96]. Принципи забезпечення безпеки руху можуть бути сформульовані на основі аналізу показників безпеки структурних складових поїзної та маневрової роботи як ймовірність того, що за деякий період T не перейде в k -й небезпечний стан [59]

$$P_k(T) = \exp\left[-T \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_{kn} (1 - v_{kn})\right], \quad (1.1)$$

де λ_{kn} – інтенсивність небезпечного дестабілізуючого фактору;

N_k – загальна кількість дестабілізуючих факторів, що можуть перевести процес перевезень у k -й небезпечний стан;

v_{kn} – ймовірність парирування дестабілізуючого фактору.

Аналіз виразу (1.1), показує що підвищення безпеки руху може бути досягнуто за рахунок зменшення інтенсивності потоку дестабілізуючих факторів λ_{kn} , зменшення загальної кількості цих факторів N_k , та збільшення ймовірності виявлення дестабілізуючих факторів та парирування їх недопущення їх небезпечних наслідків v_{kn} .

В своєму розвитку теорія безпеки руху пройшла декілька етапів.

Для початкового етапу рішення задач безпеки руху поїздів характерно:

- рішення задач безпеки лише в рамках створення окремих видів технічних засобів (колії, рухомого складу, систем управління), або при розробці окремих технологічних процесів.

- переважне використання методів створення запасів механічної та електричної міцності елементів технічних засобів;

- формування задач безпеки руху виключно в детермінованій постановці;

- використання принципу абсолютної безпеки, у відповідності з яким при розробці технічних засобів ставилась задача повного виключення можливості появи відмов, що приводять до порушення безпеки руху.

Історично першими методами забезпечення безпеки руху були методи створення запасів міцності механічних конструкцій. Вирішення таких задач відноситься до завдань будівельної механіки. Створення запасів міцності при виробництві технічних засобів та подальше поповнення цих запасів в процесі експлуатації призводить до зменшення інтенсивності небезпечних відмов λ_{kn} , а відповідно і до підвищення рівня безпеки руху поїздів. Вирішення задач створення запасу міцності технічних засобів транспорту ускладнюється тим, що характеристика матеріалів, з яких виготовлені ці засоби, та значення всіх зовнішніх зусиль є випадковими величинами. Дослідженням стохастичної природи показника запасу міцності присвячені роботи [5, 102, 82, 83, 95].

Результати цих робіт в сучасних умовах знайшли своє відображення у діючих нормативних документах, що регламентують міцність та потужність елементів інфраструктури та рухомого складу залізничного транспорту.

Подальші дослідження показали, що питання безпеки руху поїздів необхідно досліджувати у динамічній постановці з урахуванням умов взаємодії вантажів, рухомого складу, колії та штучних споруд. Дослідженням питань динаміки поїздів, колії та штучних споруд транспорту присвячені роботи Є. П. Блохіна [19], М. Ф. Веріго [24], С. В. Вершинського [25], В.Д. Дановича [33], А. Я. Когана [42], В. А. Лазаряна [38], С. В. Мямліна [68], Т. А. Тібілова [97], В. Ф. Ушкалова [99].

Широке використання електричної енергії на залізничному транспорті викликало також необхідність створення запасів міцності електротехнічних пристроїв. Косарева Б.І., Косарева О.Б., Михайлова М.І., Бадера М.П. [47, 51, 48, 49, 50, 46, 66, 17]. Враховуючи те, що пікові навантаження можуть у декілька разів перевищувати середні, то створення і підтримання запасу міцності конструкцій вимагає суттєвих витрат. Так, наприклад, виконані у [72] дослідження показали, що рухомий склад залізниць, побудований за часів Радянського Союзу не випрацював свій ресурс незважаючи на закінчення терміну експлуатації. Такий результат вказує на прорахунки при визначенні надійності технічних засобів і неефективне використання коштів так, як в нормальних економічних умовах цей рухомий склад повинен бути виведений з експлуатації як морально застарілий.

Необхідно відмітити, що транспортна система є ергатичною, тобто її елементом є людина. При цьому людина як елемент системи підлягає впливу дестабілізуючих факторів λ_{kn} , що приводять до помилок та відмов. Напрямами підвищення надійності людини як елемента транспортної системи є психо-фізіологічний відбір персоналу, його навчання, розробка методів стимулювання праці [91, 90, 86, 87, 18, 44, 43]. Основним засобом підвищення безпеки руху та зменшення впливу на неї людського фактору є автоматизація технологічних процесів. До таких засобів відносяться автоблокування, автоматична локомотивна сигналізація, системи централізації стрілок і сигналів на станціях та ін. Автоматизовані системи вирішують комплексні питання запобігання виникненню небезпечних ситуацій та переведення їх у безпечний стан. Розробці автоматизованих систем спрямованих на підвищення безпеки руху поїздів присвячені роботи Абрамова В.М., Бойніка А.Б., Бочкова К.А., Гаврилюка В.І., Жуковицького І.В., Красковського О.Є., Лісенкова В.М., Сапожникова В.В., Разгонова А.П., Розенберга І.Н., Розенберга Ю.Н., Шалягіна Д.В., Шафіта Є.М. [14, 15, 21, 89, 84, 85, 52, 20].

Суттєвий вплив на показники безпеки здійснюють не лише конструкція інфраструктури та рухомого складу, а і технологія її безпечної експлуатації. Дотримання високого рівня безпеки руху поїздів ґрунтується на попередній розробці прогресивних технологічних процесів як лінійних підрозділів всіх ланок

залізничного транспорту (станцій, локомотивних та вагонних депо, дистанцій колії, сигналізації та зв'язку), так і дирекцій та залізниць.

Розвиток методів теорії безпеки руху поїздів в цих умовах забезпечив досягнення залізничним транспортом лідерських позицій по рівню безпеки.

В той же час такий підхід мав ряд суттєвих недоліків, що гальмував подальше підвищення ефективності перевезень. Основними з цих недоліків є наступні:

- принцип абсолютної безпеки виключає кількісне порівняння процесів руху поїздів, що реалізуються за допомогою різних технічних засобів та при застосуванні різних технологій по одному з основних – показнику безпеки. Дійсно, якщо всі технічні засоби виключають виникнення аварійних ситуацій, то наведений показник може не враховуватись при аналізі конкуруючих варіантів. Тим більше відсутня можливість обґрунтування впровадження більш досконалих, але, як правило і більш дорогих, технічних засобів забезпечення безпеки руху так, як і існуючі засоби забезпечують абсолютну безпеку руху;

- рішення задач безпеки лише в рамках окремих технічних засобів не дозволяє комплексно оцінити безпеку процесу перевезень в цілому і по відношенню до споживачів транспортної продукції, відносно до пасажирів та вантажовідправників, а в умовах реформування між власником інфраструктури та операторами залізничних перевезень;

- відсутність кількісної оцінки показника безпеки руху виключає можливість нормування рівня безпеки руху, оцінки достатності фактичного рівня безпеки і, як результат відсутність можливості сертифікації руху по показнику безпеки;

- невизначеність функціональних зв'язків між показниками безпеки руху та техніко-економічними показниками процесу перевезень з однієї сторони та заходами, спрямованими на підвищення безпеки руху з іншої приводить до надання переваги організаційним заходам, що не вимагають прямого вкладення коштів у забезпечення безпеки перевезень.

Необхідно відмітити, що процес перевезень відбувається в умовах дії значної кількості випадкових дестабілізуючих факторів. В цих умовах забезпечення абсолютного рівня безпеки руху поїздів можливе лише у випадку відсутності будь-

яких перевезень. Але такий підхід входить у пряме протиріччя з іншими задачами залізничного транспорту, насамперед із задачею своєчасного, повного та якісного задоволення потреб населення і суспільного виробництва в перевезеннях та потреб оборони України [39].

З подоланням цих протиріч пов'язують формування нового підходу до рішення проблеми безпеки на залізничному транспорті, який відрізняється використанням статистичних, зокрема імовірнісних оцінок безпеки руху. Цей підхід пов'язаний із розвитком методів, оснований на системному розумінні транспортних процесів з урахуванням взаємозв'язків між небезпечними, безпечними відмовами та порушеннями безпеки процесу перевезень (взаємна кореляція).

Сучасний залізничний транспорт являє собою складну систему з побудованою багаторівневою системою забезпечення безпеки руху. У зв'язку з цим транспортні події, як правило, є наслідком впливу декількох випадкових дестабілізуючих факторів. Звичайним методом аналізу випадкових процесів є математична статистика. Так, у відповідь на різке погіршення аварійної ситуації на залізницях СРСР наказом № 103ц від 17 травня 1937 року про ревізорів Народного Комісаріату шляхів сполучення на залізницях було впроваджено ревізорський апарат, однією з головних задач якого є збір, аналіз та систематизація транспортних подій. Для систематизації цієї роботи на залізницях впроваджено класифікацію транспортних подій та комплекс кількісних і якісних показників безпеки руху [76]. Подібна статистика ведеться і в сучасних умовах. Основним недоліком такої організації роботи є те, що планування та аналіз результатів заходів по безпеці руху виконується експертним шляхом і містить значну долю суб'єктивізму.

Аналіз динаміки інвестицій у транспортну галузь і кількості транспортних подій виконаний професором Красковським [54] показав наявність між ними сильного взаємозв'язку, що може бути представлений виразом

$$N_{\text{сп}}(t) = a_1\Gamma(t) - a_2K(t-1) - a_3\Xi(t),$$

де $\Gamma(t)$ – вантажообіг за поточний період;

$K(t-1)$ – обсяг капітальних вкладень за попередній період;

$\Xi(t)$ – експлуатаційні витрати за поточний період;

a_1, a_2, a_3 – статистичні коефіцієнти пропорціональності.

Такий статистичний підхід дозволяє показати вплив обсягів інвестицій в залізничний транспорт на показники безпеки руху, але при цьому не дозволяє виділяти і прогнозувати ефективність впровадження окремих технічних заходів та технологій.

Так наприклад, у цій же роботі [54] методом екстраполяції виконано аналіз ефективності дефектоскопії рейок. При цьому з умови, що втрати, які пов'язані зі зломом рейок оцінені у 6 млн. руб., а ймовірність виявлення дефектів рейок складає 99,2%, то ефективність дефектоскопії оцінена у 750 млн. руб. Фактично відсутність дефектоскопії при існуючій організації забезпечення безпеки руху привела б лише до значного обмеження швидкості руху поїздів, а не до суттєвого погіршення показників безпеки руху, що спостерігається на станційних та інших коліях, де інтенсивність проведення заходів неруйнівного контролю значно нижча ніж на головних коліях.

В [29] та [104] наведено відомості про збитки залізниць Російської Федерації, пов'язані з порушеннями безпеки руху поїздів та обсяги фінансування заходів по підвищенню безпеки руху. Так за 2008 рік збитки ОАО РЖД від порушення безпеки руху склали 764,2 млн руб., з них збитки з власної вини 141,2 млн. руб, при цьому на виконання «Програми підвищення безпеки руху на 1992-2005 рр.» за 14 років використано понад 20,5 млрд. руб., а обсяг премій співробітникам за забезпечення безаварійної роботи лише у 2008 році склав 8,5 млрд. руб. Аналогічна ситуація з оцінки заходів по забезпеченню безпеки руху складається і в Україні. Так Наказом Укрзалізниці від 14.12.2007 затверджено та введено в дію Програму впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України у 2008-2012 роках. На виконання цих засобів у 2008 році освоєно біля 346 млн. грн. Для порівняння загальні збитки від транспортних подій у 2008 році склали 1,01 млн грн.

Прикладом іншої задачі, що не може бути розв'язана при традиційному підході до безпеки руху є формування вантажних поїздів до складу яких входять порожні вагони. Аналіз транспортних подій, та виконані дослідження [53] показали, що при розташування таких вагонів між завантаженими вагонами збільшує ризики безпеці руху. У зв'язку з цим був виданий наказ про розташування цих вагонів у хвості

составу поїзда, та обмеження швидкості руху вантажних поїздів до складу яких входять порожні вагони. Виконання цього наказу привело до збільшення обсягів маневрової роботи та падіння пропускної і провізної спроможності залізничних ділянок, що в умовах збільшення обсягів перевезень привело до неможливості опанування заданих обсягів перевезень на найбільш напружених напрямках. В результаті обмеження швидкості руху поїздів з порожніх вагонів було знято. При чому як введення обмеження, так і його відміна виконана експертним порядком без економічного обґрунтування.

Аналогічні проблеми піднімаються і на Білоруській залізниці. В [69] вказується, що середня вартість збитків від катастрофи на залізничному транспорті оцінюється у 50000 – 55000 доларів США, аварії – 12000 – 15000 доларів США, браку 150-180 доларів США. Збитки від нещасного випадку оцінюються практично як сума витрат по листам непрацездатності. Відповідно зроблено висновок, що в виконати економічне обґрунтування заходів по підвищенню безпеки в таких умовах неможливо. Для порівняння вказано, що у розвинутих країнах середня вартість нещасного випадку на залізницях оцінюється у 12000-10000 доларів США, що відповідає аварії на Білоруській залізниці.

В працях професора Д.В. Шалягіна досліджуються питання створення багаторівневої системи забезпечення безпеки залізничних перевезень. В [103] вказується, що вирішення питань безпеки для окремих технічних засобів приводить до створення значної збитковості апаратури і функцій, що виконується нею. При цьому збільшується вартість експлуатації апаратних комплексів, а їх відмови створюють додаткову загрозу безпеці перевезень. У зв'язку з цим ставить задача концентрації інформації від різних джерел у центральному управляючому обчислювальному комплексі та вироблення з його допомогою системних рішень.

Дослідженню системних питань забезпечення безпеки руху присвячені роботи професора В. І. Лісенкова [59, 57, 60]. В них адаптовано статистичні методи для розв'язання задач оцінки безпеки руху, розроблено методи оцінки загальних показників безпеки системи на підставі характеристик її елементів. Одним з ключових питань теорії безпеки руху поїздів визначено нормування показників

безпеки руху. Вказано, що при визначенні нормативів безпеки можливо використання двох принципів: перший з них ґрунтується на економічному, а другий на етичному підході до рішення задачі нормування. У відповідності з першим принципом нормативи безпеки нормативи безпеки встановлюються на підставі визначення їх економічної ефективності, а у відповідності з другим – на підставі оцінки суджень суспільства про необхідний рівень безпеки.

У випадку, якщо економічні нормативи є більш жорсткими у порівнянні з етичним, то в якості нормативу приймається економічно обґрунтований рівень безпеки. У випадку, якщо етичний рівень є більш жорстким у порівнянні з економічним, то для погашення диспропорцій держава може зобов'язати власників залізниць підвищити безпеку руху за рахунок зниження економічної ефективності перевезень, а відповідно і зменшення інвестиційної привабливості залізничної галузі. Іншою активною дією держави є цільове інвестування коштів державного бюджету у підвищення рівня безпеки залізничних перевезень.

1.3. Зарубіжний досвід оцінки забезпечення безпеки руху поїздів

1.3.1. Забезпечення безпеки руху поїздів у Європейському Союзі

В сучасних умовах залізниця є самим безпечним видом транспорту у Європейському Союзі. Відповідно до виконаних досліджень [13] смертельних випадків на залізницях складає 0,04 на 100 млн. пасажиро-км, в той же час у громадській авіації цей показник складає 0,08, на паромних переправах 0,33, в автобусному сполученні 0,8.

Історія європейської залізничної мережі нараховує понад 150 років. За цей час залізниця країн ЄС пройшла довгий час технічного та організаційного розвитку і для них є характерним наявність та використання технічних засобів та технологій різного віку та рівня. В сучасних умовах в галузі залізничного транспорту ЄС вирішує ряд системних задач:

- впровадження принципів ринкової економіки у як роботу залізниць окремих країн, так і створення загальноєвропейського залізничного ринку, в тому числі

розробка єдиного для всіх країн Союзу законодавства, що визначає права і обов'язки компаній, що є власниками залізничної інфраструктури та її користувачами;

- забезпечення техніко-експлуатаційної сумісності між залізницями окремих країн, що мають різну історію розвитку, нормативну, технічну та технологічну основи.

Питання реструктуризації залізничного транспорту та виділення конкурентних сегментів ринку для Європейського Союзу стоять досить гостро у зв'язку з негативним досвідом вирішення цього питання у Великобританії, що пов'язаний саме з безпекою руху [56]. В результаті реформування британських залізниць утворилося понад 100 приватних компаній, що виконують та забезпечують залізничні перевезення. Питання забезпечення безпеки руху були покладені на приватну компанію Railtrack. Це привело до втрати зв'язків між різними контролюючими інстанціями, дублювання функцій. Після низки катастроф та аварій на залізничному транспорті стало зрозуміло, що держава лібералізувавши господарчу діяльність залізниць не може зняти з себе відповідальність по забезпеченню безпеки руху. Тому у сучасних умовах в Великобританії здійснюється активна робота по перерозподілу функцій із забезпечення, регулювання та контролю безпеки на залізничному транспорті на користь державних установ.

Позитивним прикладом організації безпеки перевезень при реформуванні залізничного транспорту є Німецькі залізниці [56, 31]. В сучасних умовах на залізницях Німеччини перевезення здійснюють понад 250 компаній операторів, при цьому кількість транспортних подій з тяжкими наслідками у порівнянні з попереднім десятиріччям зменшилась у три рази. В умовах, коли на транспортному ринку може бути присутнім необмежена кількість компаній операторів досягнення такого показника стало можливим завдяки законодавчому визначенню вимог до рухомого складу, транспортних споруд їх утриманню та експлуатації.

В сучасних умовах у Європейському Союзі ведеться робота по створенню загальних вимог до забезпечення залізничних перевезень. Основними інструментами забезпечення безпеки перевезень є сертифікація та ліцензування. У 2003 році у дію було введено перший «залізничний пакет», який включав директиви 2001/12/CE,

2001/13/CE, 2001/14/CE, які дозволили консолідувати питання безпеки в рамках нової правової основи у відповідності до якої розробляються правила сертифікації та отримання ліцензій, в тому числі умови на яких ці ліцензії можуть бути тимчасово призупинені, змінені чи відкликані. У 2004 році прийнята директива 2004/49/EC Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу по безпеці на залізницях ЄС. Ця директива зобов'язує забезпечувати безпечність в організації перевезень та гарантувати надійність і безпеку залізничної інфраструктури та рухомого складу. Положення цієї директиви розповсюджуються як на власників інфраструктури, так і на власників рухомого складу.

1.3.2. Забезпечення безпеки руху поїздів на високошвидкісних лініях Японії. Унікальна система безпеки руху поїздів створена на швидкісних лініях «SHINKANSEN» (Японія) [1].

Для управління та забезпечення безпеки руху поїздів на цих лініях використовується комплексна система безпеки «KOSMOS» [67], яка контролює параметри зовнішнього середовища та наявність небезпечних факторів, що порушують безпеку руху поїздів. Ця система поєднує в собі різні напільні прилади, що відслідковують такі небезпечні фактори як землетруси, обвали, випадіння високого рівня снігу. На підставі цих даних система може давати машиністам команди на зменшення рівня швидкості, чи на повну зупинку поїзда на небезпечних ділянках. Для контролю виконання графіку руху поїздів створено єдиний диспетчерський центр управління. Системне обладнання, що встановлене на робочих місцях диспетчерів та старших змін, які відповідають за напрямки, дозволяє у реальному часі відслідковувати рух усіх поїздів, при цьому система в автоматизованому режимі дозволяє вносити зміни у графік. На лінії відсутні будь-які перетини з іншими видами транспорту в одному рівні. Управління рухом та гальмуванням поїздів на ділянках здійснюється системою АТС (автоматична система управління поїздом) за допомогою спеціальних датчиків, що встановлені на інфраструктурі з частотою через 800 метрів і контролює рух поїздів у потоці. Максимальна величина затримки поїздів на лінії «SHINKANSEN», складає 30 секунд,

тобто затримки фактично відсутні, а відміни поїздів одиничні за річний період. Подібна унікальна надійність досягнута за рахунок високої надійності інфраструктури та рухомого складу, грамотно сплановано системи технічного обслуговування, використання централізованої системи управління безпекою руху на основі автоматизованої системи «KOSMOS».

В той же час, необхідно відмітити, що подібна система безпеки створена на окремих залізничних лініях, що виділені виключно для руху пасажирських поїздів. При цьому інфраструктура та рухомий склад залізниць належить одній компанії. Тому в умовах магістрального транспорту України, для якого характерним є змішаний рух вантажних та пасажирських поїздів і згідно зі Концепцією Державної програми реформування і Програмою реформування та Стратегією розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року [45, 36, 94] задекларовано розділення інфраструктури та операторських функцій досягнення таких показників є принципово неможливим.

1.3.3. Забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях Північної Америки. У Канаді вироблений комплексний підхід до розв'язання питань безпеки на залізничному транспорті, що дозволяє консолідувати ресурси всіх органів влади (законодавчої, виконавчої та судової), залізничних компаній, їх акціонерів, залізничних компаній, професійних спілок [56]. Об'єктивність розслідування транспортних подій, виявлення безпосередніх та опосередкованих причин забезпечується тим, що їх проводить незалежний орган «Рада по безпеці на транспорті».

1.4. Історичний розвиток методів оцінки економічної ефективності управлінських рішень

Питання оцінки ефективності капітальних вкладень знаходиться у полі зору учених-економістів достатньо давно. Так, ще в 1831 р. М. Г. Дестрем відзначав, що вигода способу перевезення пропорційна вантажу, який може перевезти дана сила, помноженому на швидкість перевезення і розділеному на ціну, необхідну для будівництва прийнятої за одиницю частини шляху. При цьому наголошується, що

витрати повинні включати не тільки первинну суму на будівництво, але і усі витрати, необхідні для утримання споруд. Проте, у розрахунках експлуатаційні витрати Дестремом не враховувалися через відсутність даних про витрати на утримання залізниць [37, ст. 10].

У 1908 р. В. А. Яцина [106] для відбору найвигіднішого варіанту капітальних вкладень запропонував використовувати одну з форм показника порівняльної економічної ефективності, а саме суму експлуатаційних витрат з добуток одноразових витрат і відсотка на будівельний капітал. У даному випадку відсоток на будівельний капітал виступав як норма доходу на капітал, що вкладався.

В. Сокольский [92] указує на необхідність при оцінці варіантів інвестиційних рішень порівнювати капітальні вкладення з подальшими експлуатаційними витратами, розраховуючи термін окупності збільшення витрат на будівництво за рахунок зниження витрат на експлуатацію об'єктів. Учений довів, що не можна ігнорувати при виборі тих або інших проектних рішень експлуатаційні витрати. Необхідно проводити обґрунтування вигідності первинного заощадження капіталу на одноразові витрати, який покривається збільшенням поточних витрат, необхідних при експлуатації об'єктів.

Важливу роль у формуванні методології оцінки економічної ефективності капітальних вкладень з урахуванням інтересів всього народного господарства зіграла розробка плану Державної комісії за електрифікації Росії після Жовтневої революції. Так для економічного обґрунтування вибору того або іншого варіанту розвитку і реконструкції галузей народного господарства були виконані розрахунки за приведеними витратами із збільшенням поточних витрат на 6% капітальних вкладень [30, ст. 16].

У роки перших п'ятирічок економіка Радянського Союзу переживала бурхливий розвиток, який супроводжувався значними капітальними вкладеннями. Це вимагало подальшого вдосконалення методів оцінки економічної ефективності капітальних вкладень, розробки методів розрахунку одноразових і поточних витрат. У цей період ученими були висунуті наступні ідеї:

– М. М. Протодьяконов запропонував як показник порівняльної економічної

ефективності капітальних вкладень використовувати суму приведених будівельно-експлуатаційних витрат, визначувану з урахуванням ефекту віддалення витрат [80];

– Г. М. Шахунянц запропонував використовувати комплексний показник порівняльної ефективності, що є сумою капітальних і експлуатаційних витрат за увесь термін служби об'єкту, віднесена до одиниці виробленої за цей термін продукції [105].

Т. С. Хачатуров у кінці 40-х років вводить поняття коефіцієнта загальної (абсолютною) ефективності капітальних вкладень, що є відношенням приросту національного доходу, отриманого у результаті здійснення капітальних вкладень, до необхідних для цього капітальних вкладень.

У кінці 50-х рр. були висунуті три концепції, що спричинили найбільший внесок до формування системи оцінок народногосподарської ефективності локальних господарських заходів у СРСР.

Концепція визначення економічної ефективності Т. С. Хачатурова, припускає використання макроекономічного критерію, що впливає з цілей і завдань держави. Розподіл капітальних вкладень за галузями встановлюється планом, виходячи з вимог пропорційного розвитку з урахуванням максимальних темпів зростання виробництва. На базі заданих темпів зростання економіки народногосподарський фонд капітальних вкладень розподіляється між галузями. Намічений первинний розподіл капіталовкладень між галузями коректується з урахуванням ефективності різних його варіантів. Ефективність різних варіантів капітальних вкладень визначається на основі показників порівняльної економічної ефективності, які дозволяють вибрати варіант, що забезпечує перевищення додаткових результатів над додатковими витратами у порівнянні з іншими варіантами. З метою забезпечення ефективності вкладення ресурсів з погляду народного господарства відібрані варіанти капітальних вкладень аналізуються на предмет перевищення загальних результатів над загальними витратами за допомогою показників народногосподарської абсолютної ефективності. Далі сформований план аналізується на відповідність госпрозрахунковим критеріям абсолютної ефективності, які відображають ефективність з погляду галузі і підприємства. Потім у процесі об'єднання галузевих планів виконується корекція

народногосподарського плану – завдань по виробництву продукції і капітальним вкладенням [100; 101].

Ця концепція покладена у основу трьох типових методик визначення ефективності капітальних вкладень, що вводяться у практику з 1959 р., та аналогічної методики для нової техніки, що діяла з 1961 р. по 1977 р.

Відповідно до концепції Л. О. Ваага поняття абсолютної і порівняльної ефективності не розділяється. Критерієм ухвалення рішення про розвиток виробництва є максимум чистого доходу, тобто різниця між ціною продукції і повними витратами на її виробництво. Ціна визначається як сума поточних витрат і нормативного прибутку, який розраховується як добуток величини задіяних у виробництві цієї продукції основних і оборотних фондів та середнього по народному господарству нормативу їх рентабельності. У ціну закладається середня за галуззю собівартість і фондомісткість цієї продукції. Повні витрати визначаються за індивідуальними умовами її виробництва на підприємстві [23].

В. В. Новожиловим висунута ідея про принципову несумірність і незмірність різноманітних корисних результатів – соціальних, виробничих, політичних, військових і тому подібне, тобто всього комплексу результатів, що оцінюються з народногосподарської точки зору. При цьому різноманітні позаекономічні результати не мають єдиної міри, тобто несумірні, а економічні – виникають у народному господарстві у складній системі господарських зв'язків і у повному обсязі невимірні. Тому визначення абсолютної ефективності різних варіантів капітальних вкладень не є можливим. Порівняння варіантів здійснюється не на основі вимірювання народногосподарського ефекту, а на основі порівняння цілей, які досягаються реалізацією відповідних варіантів. Неможливо визначити кількісно ступінь досягнення тих або інших цілей, яка досягається здійсненням певних капітальних вкладень, проте можна встановити тотожність результатів, що отримуються від реалізації різних варіантів капітальних вкладень. А за умови тотожності народногосподарського ефекту порівнюваних варіантів відношення їх народногосподарської ефективності обернено пропорційно до відношення витрат,

потрібних для здійснення кожного варіанту. У цьому випадку основою порівняння є витрати, які по різних варіантах сумірні між собою [71].

У 1960 р. була видана Типова методика визначення економічної ефективності капітальних вкладень і нової техніки у народному господарстві СРСР, у якій разом з терміном окупності капітальних вкладень рекомендувалися дві формули приведених витрат, за однією з яких до величини капітальних вкладень додавалися поточні витрати за період нормативного терміну окупності капітальних вкладень $(K + T \cdot C)$, а по другій – до річних поточних витрат додається добуток капітальних вкладень та нормативного коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $(C + E \cdot K)$. Очевидно, що при співвідношенні $(E=1/T)$ друга формула виходить з першої шляхом ділення на нормативний термін окупності. Таким чином, перша формула дозволяє визначити приведені витрати за період, рівний нормативному терміну окупності капітальних вкладень, а друга – з розрахунку на один рік. Критерієм вибору оптимального варіанту капітальних вкладень виступає мінімізація приведених витрат.

У 1969 р. ця методика була перероблена і видана під назвою Типова методика визначення економічної ефективності капітальних вкладень. Методика передбачає використання показників як порівняльної, так і загальної (абсолютною) ефективності. Крім того, вона при оцінці ефективності проектів, у яких одноразові і поточні витрати різні за роками, передбачала приведення різночасних витрат за допомогою механізму дисконтування. Це вигідно відрізняло її від попередньої редакції і дозволяло більш коректно виконувати процедури відбору найбільш ефективних варіантів капітальних вкладень. Аналогічний підхід до приведення різночасних витрат був збережений і у третьому виданні Типової методики визначення економічної ефективності капітальних вкладень (1980г.) [98, ст. 8-42].

На підставі типової методики (1969 р.) були розроблені у різних галузях народного господарства методичні інструкції за оцінкою ефективності капітальних вкладень, зокрема Інструкція за визначенням економічної ефективності капітальних вкладень на залізничному транспорті (1973 р.).

У 1988 р. Академією наук СРСР була розроблена Методика визначення ефективності капітальних вкладень (останнє четверте видання цієї методики,

розроблено робочою групою під керівництвом академіка Т. С. Хачатурова). Дана методика враховувала усі кращі досягнення науки і практики радянської економіки в області оцінки ефективності капітальних вкладень. Зокрема, оцінка ефективності капітальних вкладень здійснювалася по всьому інвестиційному циклу з урахуванням чинника часу по усіх поточних і одноразових витратах. Також окремо виділялися соціальні, екологічні та інші наслідки здійснення капітальних вкладень [62].

Аналіз цієї Методики з позицій сучасних уявлень про оцінку ефективності інвестицій дозволяє виявити наступне.

Показники абсолютної ефективності визначаються з позицій інвесторів різного рівня (по народному господарству в цілому, по галузях, для підприємств і так далі), що аналогічно визначенню суспільної і комерційної ефективності.

У загальному вигляді критерій абсолютної ефективності даної Методики можна представити у такій формі:

$$\frac{\Delta D}{K} \geq E_{нэ}, \quad (1.2)$$

де ΔD – річний приріст відповідного вимірника ефекту (виробленого національного доходу, чистої продукції, прибутку);

K – капітальні вкладення;

$E_{нэ}$ – відповідний норматив ефективності.

Якщо ця нерівність виконується, капітальні вкладення визнаються ефективними.

Вказану нерівність (1.2) можна записати так:

$$\frac{\Delta D}{E_{нэ}} - K \geq 0. \quad (1.3)$$

Цей критерій виступає окремим випадком критерію, заснованого на показнику чистий дисконтований дохід, при наступних допущеннях:

– капітальні вкладення здійснюються одноразово на початку життєвого циклу інвестиційного проекту;

– річний поточний ефект від проекту постійний протягом його життєвого циклу;

– норматив ефективності відповідає нормі капіталізації, яка є сумою норми дисконту і норми повернення капіталу;

– по закінченню життєвого циклу проекту не передбачається наявності вартості реверсії.

Слід зазначити, що Методикою встановлювалися єдині нормативи ефективності, що означало застосування для усіх проектів у рамках однієї галузі однакових норм дисконту і повернення капіталу. Це означає, що показники абсолютної ефективності не враховували індивідуальних особливостей проектів у частині невизначеності і ризиків, а також відмінностей у тривалості їх життєвих циклів. Крім того, у складі вимірників поточного ефекту проекту відсутня амортизація, що не відповідає сучасним підходам.

Таким чином, для адекватної оцінки абсолютної ефективності інвестиційного проекту за допомогою цієї Методики, він повинен відповідати вказаним вище обмеженням. Ці обмеження були прийнятні в умовах планової економіки, проте в сучасних умовах їм відповідає украй вузький круг інвестиційних проектів.

Основним показником порівняльної ефективності капітальних вкладень в Методиці [62] виступають приведені витрати. Аналіз цього показника з позицій сучасних методів оцінки економічної ефективності показав наступне.

Найбільш ефективним вважається проект, що максимізував чистий дисконтований дохід. Слід зазначити, що перехід до приведених витрат вимагає абстрагування від оподаткування прибутку. Таким чином, критерій відносної ефективності виглядає таким чином:

$$\sum_{t=0}^T \frac{D_{t1} - B_{t1} - I_{t1}}{(1+R)^t} \geq \sum_{t=0}^T \frac{D_{t0} - B_{t0} - I_{t0}}{(1+R)^t}, \quad (1.4)$$

де $D_{t1,0}$ – доходи у році t відповідно 1-го и 0-го варіантів;

$B_{t1,0}$ – витрати без амортизаційних відрахувань у році t ;

$I_{t1,0}$ – інвестиції у році t ;

T – тривалість життєвого циклу проектів;

R – норма дисконту.

Оскільки Методика встановлює єдиний нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності, норма дисконту повинна прийматися рівною за варіантами. У випадку, якщо доходи від варіантів рівні за періодами, приведена вище формула приймає вигляд:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_{t1} + I_{t1}}{(1+R)^t} \leq \sum_{t=0}^T \frac{B_{t0} + I_{t0}}{(1+R)^t}. \quad (1.5)$$

За умови, що капітальні вкладення здійснюються одноразово на початку життєвого циклу проекту, а поточні витрати без амортизації за варіантами рівні по роках, отримана формула перетворюється:

$$B_1 \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} + I_1 \leq B_0 \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} + I_0.$$

Діленням на коефіцієнт при B ця нерівність перетворюється до такого вигляду:

$$B_1 + I_1 \cdot \frac{R}{1-(1+R)^{-T}} \leq B_0 + I_0 \cdot \frac{R}{1-(1+R)^{-T}}.$$

Дану нерівність можна записати у наступному вигляді:

$$B_1 + I_1 \cdot \frac{R}{(1+R)^T - 1} + I_1 \cdot R \leq B_0 + I_0 \cdot \frac{R}{(1+R)^T - 1} + I_0 \cdot R.$$

Доданок $I \cdot \frac{R}{(1+R)^T - 1}$ є сумою ануїтетного платежу, за допомогою

інвестування якого за нормою доходу R до кінця життєвого циклу проекту можна накопичити кошти на просте відтворення початкових капітальних вкладень з урахуванням можливості реінвестування отримуваних доходів. За економічним змістом ця величина аналогічна амортизаційним відрахуванням. Таким чином, приблизно, доданок $B + I \cdot \frac{R}{(1+R)^T - 1}$ відповідає повним поточним витратам

(експлуатаційним витратам). Виходячи з цього критерій приведених витрат приймає вигляд (як від і наведений у Методиці):

$$C + K \cdot E_n \rightarrow \min, \quad (1.6)$$

де C – поточні витрати варіанта;

K – капітальні вкладення варіанта (відповідають інвестиціям I);

E_n – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капітальних вкладень (за економічною природою – норма дисконту (доходу) R).

Таким чином, для застосування приведених витрат при оцінці порівняльної ефективності капітальні вкладення повинні відповідати таким обмеженням:

- при оцінці ефективності допустимо не враховувати оподаткування прибутку;
- результати інвестування по роках по варіантах рівні (тотожність результатів);
- інвестиції (як у основний, так і у оборотний капітал) здійснюються одноразово на початку життєвого циклу проекту;
- поточні витрати без амортизаційних відрахувань по варіантах рівні по роках життєвого циклу;
- допустима заміна амортизаційних відрахувань з урахуванням її можливого інвестування і реінвестування на прямолінійну амортизацію.

Крім того, єдиний норматив ефективності не дозволяє враховувати індивідуальні особливості проектів у частині невизначеності і ризиків (не передбачається також використання інших методів урахування цих чинників).

Слід зазначити, що у Методиці [62] присутній варіант визначення приведених витрат за допомогою процедури дисконтування. Проте, по-перше, дисконтуванню підлягають усі витрати, у тому числі і амортизаційні відрахування, що не цілком коректно, по-друге, для приведення різночасних витрат використовується спеціальна норма доходу – норматив для приведення різночасних витрат ($E_{np} = 0,08$), розмір якого нижчий за нормативний коефіцієнт відносної ефективності капіталовкладень ($E_n > 0,12$). Проте економічна природа цих показників єдина. Необхідність такої диференціації пояснюється порядком нарахування амортизаційних відрахувань, що діяла у той час, який передбачав при оцінці ефективності капітальних вкладень включення у поточні витрати амортизації, визначуваної за прямолінійним методом, без урахування можливості додаткового використання накопичуваних у амортизаційному фонді коштів, пов'язану з відстроченням їх витрачання на відтворення основних фондів.

Таким чином, способи визначення як абсолютної, так і порівняльної ефективності капітальних вкладень, викладені у Методиці [62], не відповідають

умовам ринкової економіки, які вимагають коректного урахування чинників часу, невизначеності і ризиків.

До переваг Методики [62], на наш погляд, належить:

- використання показників абсолютної і порівняльної економічної ефективності, що, у загальному випадку, значно зменшує обсяги розрахунків;
- вимога враховувати супутні капітальні вкладення і позагалузеві ефекти;
- акцент на дотримання нормативів природокористування, екологічної і соціальної ефективності, тривалості будівництва і інших додаткових умов;
- приведення різночасних витрат до порівняного вигляду за допомогою процедури дисконтування;
- урахування лагу капітальних вкладень і втрат від "заморожування" капітальних вкладень.

При цьому вказана Методика має і ряд істотних недоліків:

- недостатнє урахування результатів здійснення капітальних вкладень показниками відносної ефективності. Для їх застосування у приведеному вигляді потрібна тотожність результатів по варіантах капвкладення, що на практиці, часто не відповідає дійсності;
- розповсюдження процедури дисконтування тільки на показники відносної ефектності і, відповідно, тільки на витратну частину. Чинник часу при розрахунку показників абсолютної ефективності і приведених витрат коректно враховувався тільки при виконанні ряду істотних обмежень, які розглянуті вище;
- розділення нормативів ефективності капітальних вкладень і приведення різночасних витрат, викликане практикою нарахування амортизаційних відрахувань, що існувала на той час;
- включення до приведених витрат у складі собівартості амортизаційних відрахувань, визначуваних лінійним методом без урахування можливості їх рефінансування;
- відсутність урахування невизначеності і ризиків при оцінці ефективності капітальних вкладень, пов'язане з плановим господарським механізмом, що існує на той час, і, як наслідок, єдиний норматив приведення різночасних витрат, не

пов'язаний з конкретними умовами здійснення і напрямками капітальних вкладень;

– недостатня увага до механізму урахування інфляції.

Розглянута Методика адаптована до планової системи господарювання і в умовах ринкової економіки, в цілому, не є адекватною вимогам останньої.

Одними з центральних показників Методики [62] є норматив ефективності капітальних вкладень (E_n) и норматив приведення різночасових витрат (E_{np}). Величина E_{np} характеризує річний темп падіння значимості вкладень. Величина нормативу ефективності капітальних вкладень відбиває мінімально припустиму "віддачу" капітальних вкладень на протязі року.

Дослідження показали, що якщо усі величини, які входять у розрахунок розміру E_n , визначаються на основі характеристик оптимального народногосподарського плану, то розмір E_n повинен бути рівним E_{np} і обидва нормативи повинні знаходитися на рівні народногосподарського значення і використовуватися для усіх напрямів використання капітальних вкладень [65, ст. 10-11].

Норматив ефективності капітальних вкладень E_n був одним з самих спірних показників. У кінці 70-х років він був узаконений у вигляді планового нормативу, який затверджувався Держпланом СРСР на кожну п'ятирічку в цілому по народному господарству і диференціювався по окремих галузях народного господарства. У історичному плані мали місце три методи визначення нормативу ефективності капітальних вкладень [32, ст. 61-71, 124-129; 65, ст. 11-13]:

- експертний;
- експериментальний;
- метод економіко-математичного моделювання.

Відповідно до експертного методу розмір E_n встановлювався експертним шляхом, як правило, на основі аналізу фактичної ефективності капітальних вкладень у народному господарстві і його галузях при деяких додаткових допущеннях щодо переходу від фактичної ефективності до нормативної (наприклад, вводяться умови пріоритетних галузей, і відповідно, диференціюються по ним розміри E_n ; або передбачається, що E_n приблизно рівна середній фактичній нормі прибули). Не

дивлячись на свої недоліки і спірний характер допущень, подібний підхід неодноразово був реалізований в народному господарстві [65, ст. 12].

Експериментальний метод базується на гіпотезі, що величина E_n , як мінімально допустима віддача капітальних вкладень, може бути встановлена, якщо усі можливі у народному господарстві заходи розташувати у порядку зменшення їх ефективності, одночасно відзначаючи об'єм необхідних для їх реалізації капітальних вкладень. У результаті, знаючи цей перелік і величину фонду накопичення, можна встановити, які заходи задовольняють обмеженню по капітальних вкладеннях, а які ні. Таким чином, ефективність останнього заходу, що може бути реалізованим, визначатиме норму E_n . Труднощі здійснення такого підходу пов'язані з тим, що дана схема припускає проведення експерименту у рамках народного господарства в цілому [65, ст. 12].

Свого часу було запропоновано багато моделей визначення норми ефективності капітальних вкладень. Більшість з них базується на основі аналізу виробничої функції народного господарства. Найпростіша з цих моделей, яка передбачає можливість вільного міжгалузевого перерозподілу капітальних вкладень та миттєве їх перетворення на фонди, заснована на наступних положеннях [65, ст. 12-13; 16, ст. 241-257].

Приріст національного доходу (ΔV) за рахунок підвищення фондоозброєності рівний різниці між загальним приростом і частиною, обумовленою зростанням трудових ресурсів і науково-технічним прогресом, тобто:

$$\Delta V = V(p - h - x), \quad (1.7)$$

де V – національний доход;

p – темп росту національного доходу;

h – темп росту трудових ресурсів;

x – темп науково-технічного прогресу.

З іншого боку, приріст ΔV може бути визначений як різниця між загальним приростом фондівіддачі і тією частиною, яка викликана екстенсивними чинниками:

$$\Delta V = \Phi \cdot (q - h) \cdot E_n, \quad (1.8)$$

де Φ – сумарна вартість основних і оборотних фондів у народному господарстві

(або сфері матеріального виробництва);

q – темп зростання сумарної вартості фондів;

E_n – норматив ефективності, який характеризує граничну віддачу одиниці приросту фондів.

З приведених співвідношень випливає, що:

$$E_n = \frac{V}{\Phi} \times \frac{p - h - x}{q - h}. \quad (1.9)$$

Перехід економіки до ринкових відносин, розвиток міжнародних економічних зв'язків і пов'язані з цим процеси інвестування іноземного капіталу зумовили необхідність переосмислення принципів і методів визначення економічної ефективності інвестицій. В умовах ринку вона повинна оцінюватися не тільки з погляду суспільних інтересів, але і з позиції суб'єкта (власника), що фінансує капітальні вкладення. Крім того, умови переходу до ринкової економіки вимагають обов'язкового урахування дії чинників часу, уважнішого відношення до інфляційних процесів, до чинників ризику і невизначеності при оцінці економічної ефективності інвестиційних проектів.

У 1989 р. були розроблені Методичні вказівки за комплексною оцінкою ефективності заходів, спрямованих на прискорення науково-технічного прогресу [64]. Вихідні принципи даних Методичних вказівок відповідають загально визнаним у світовій практиці методам економічного обґрунтування ухвалення рішень. На основі даних методичних вказівок в 1990 р. ВНДІЗТом розроблені галузеві Методичні рекомендації за визначенням економічної ефективності заходів науково-технічного прогресу на залізничному транспорті [63], у яких методичні вказівки розвиваються в частини урахування специфічних особливостей залізничного транспорту, його впливу на економічні показники інших галузей економіки.

Основним узагальнюючим показником, що характеризує доцільність застосування заходу НТП, у цих Методичних вказівках виступає економічний ефект, який на усіх етапах реалізації заходу НТП визначається як перевищення вартісної оцінки результатів над вартісною оцінкою сукупних витрат ресурсів за увесь термін здійснення заходу НТП.

Методичними рекомендаціями залежно від спрямованості заходів НТП на залізничному транспорті виділяються наступні результати:

– збільшення об'єму перевезень вантажів, пасажирів, виконуваних робіт (програми ремонту рухомого складу, машин, механізмів і тому подібне), виробництва продукції промислових підприємств транспорту і інших галузей економіки, послуг, що надаються населенню тощо. Вартісна оцінка таких результатів визначається як добуток цін, що діють, на об'єм продукції підприємств залізничного транспорту і інших галузей економіки, тобто доходи;

– поліпшення якості продукції (перевезень, робіт, послуг і тому подібне) у порівнянні із стандартами, що діють. Вартісну оцінку результатів у цьому випадку теж становлять доходи. При цьому для їх визначення можуть застосовуватись нові ціни (тарифів), що відповідають вищій якості продукції (перевезень, послуг тощо). Методичні рекомендації припускають урахування того факту, що збільшення об'єму і якості транспортної продукції впливає на витрати і результати інших галузей економіки, що повинно знайти віддзеркалення у вартісній їх оцінці;

– поліпшення соціальних і екологічних умов.

У складі сукупних витрат враховуються як поточні, так і одноразові витрати підприємств залізничного транспорту і інших галузей виробництва, пов'язані із заходом НТП, що оцінюються.

У Методичних рекомендаціях більш коректно, ніж у Методиці оцінки ефективності капітальних вкладень, врахований вплив чинника часу на економічну ефективність інвестицій. При цьому усунена невідповідність між практикою нарахування амортизаційних відрахувань на повне відновлення, що використовується при калькуляції собівартості, і необхідністю (для цілей оцінки економічної ефективності капітальних вкладень) включення у поточні витрати відрахувань на реновацію з урахуванням чинника часу. Усунення цієї невідповідності дозволило абсолютно правомірно з погляду економічної суті об'єднати показники нормативу ефективності капітальних вкладень і нормативу приведення різночасних витрат.

Проте, розглянуті Методичні рекомендації, з погляду вимог ринкової економіки, недостатньо повно враховують ефективність капітальних вкладень з

погляду господарських інтересів конкретного інвестора, що їх здійснює. При цьому у Методичних рекомендаціях не врахований вплив інфляції, ризиків і невизначеності при оцінці економічної ефективності інвестиційних проектів.

Періодом зародження західної теорії інвестування є 20-30-і роки ХХ століття. Цей етап представлений, перш за все, роботами Ірвінга Фішера по теорії процентної ставки [2]. У роботах Вільямса був запропонований теоретичний підхід до оцінки капітальних активів [12]. Важлива особливість робіт даного періоду полягає у орієнтації фінансових розрахунків на умови визначеності. Математичні засоби, що використовуються при оцінці ефективності у той час, зводилися до елементарної алгебри і початків аналізу. Сукупність цих засобів отримала назву "фінансова математика" [41, ст. 7]. Не дивлячись на панування детермінованого підходу, важливість чинників невизначеності і ризику усвідомлювалося вченими. Вже у 1921 році у роботі Найта [3] міститься якісний аналіз цих чинників у контексті теорії фінансів.

Застосування теоретико-імовірнісних методів дозволило істотно удосконалити способи урахування впливу ризиків на ухвалення інвестиційних рішень. Роботи цього напрямку отримали назву сучасної теорії інвестування. Слід зазначити, що ця теорія спрямована, перш за все, на фінансові інвестиції, а саме – оптимізацію формування портфеля фінансових інвестицій за чинниками прибутковості і ризику. Початок цієї теорії поклала стаття Гарі Марковіца "Вибір портфеля", опублікована у 1952 році. Основною заслугою роботи Марковіца є запропонована теоретико-імовірнісна формалізація поняття прибутковості і ризику [41, ст. 7]. Після написання своєї першої статті Марковіц постійно займався удосконаленням і розвитком запропонованої моделі. У 1959 р. виходить перша монографія [6], присвячена викладу запропонованого підходу.

У 1963 р. учнем Марковіца Уільямом Шарпом [9] була запропонована однофакторная модель ринку капіталів, у якій вперше з'явилися "альфа-" і "бета-" характеристики акцій. На основі однофакторної моделі Шарп запропонував спрощений метод вибору оптимального портфеля, який зводив задачу квадратичної оптимізації до лінійної.

В кінці 50-х і початку 60-х рр. видані роботи Джеймса Тобіна з аналогічної тематики [11]. Він запропонував включити у аналіз безризикові активи, наприклад, державні облігації. Його підхід є, по суті, макроекономічним, оскільки основним об'єктом його вивчення є розподіл сукупного капіталу у економіці по двох його формам: наявною (грошовою) і неаявною (у вигляді цінних паперів). У підході Тобіна основною темою стає аналіз чинників, що примушують інвесторів формувати портфелі активів, а не тримати капітал у якій-небудь одній, наприклад, наявно-грошовій формі. Крім того, Тобін проаналізував адекватність кількісних характеристик активів і портфелів, що становлять початкові дані у теорії Марковіца [41, ст. 9].

До середини 60-х рр. закінчується перший етап розвитку сучасної теорії інвестицій у тому вигляді, який додали їй Марковіц і Тобін. З 1964 р. з'являються три роботи, що відкрили наступний етап у інвестиційній теорії, пов'язаний з моделлю оцінки капітальних активів, або CAPM (Capital Asset Price Model). Це праці Шарпа (1964, [10]), Линтнера (1965, [4]), Моссина (1966, [8]). Основним результатом CAPM з'явилося встановлення співвідношення між прибутковістю і ризиком активу для рівноважного ринку. При цьому важливим виявляється той факт, що при виборі оптимального портфеля інвестор повинен враховувати не весь ризик, пов'язаний з активом, а тільки частина його, так званий систематичний ризик. Ця частина ризику активу тісно пов'язана із загальним ризиком ринку в цілому і кількісно представляється коефіцієнтом "бета", введеним Шарпом у його однофакторної моделі. Решта (так званий несистематичний ризик) усувається вибором відповідного (оптимального) портфеля. Характер зв'язку між прибутковістю і ризиком має вигляд лінійної залежності, і тим самим звичайне практичне правило "більша доходність – більший ризик" отримує точне аналітичне відображення.

В цілому до 80-х років інвестиційна теорія, що синтезує портфельну теорію Марковіца – Тобіна і CAPM, отримує широке застосування. У 1981 р. отримує Нобелівську премію Дж. Тобін, а у 1990 р. премія присуджується Марковичеві і Шарпу спільно з Мертоном Міллером.

Розвиток вказаних теорій йшов паралельно з вдосконаленням інших розділів фінансової науки. У 50–60-х роках з'явилися роботи Франка Модільяні і Мертона Міллера з фінансів корпорацій і фінансового менеджменту [7]. Аналіз структури капіталу фірми, проблеми планування капітальних витрат, оцінка вартості фірми – основні теми цих робіт, що стали зараз класичними. Обидва учених отримали Нобелівські премії з економіки (Модільяні в 1985 р., Міллер в 1990 р.).

Розглянуті вище теорії і дослідження є науковою основою методів оцінки ефективності інвестиційних проектів, що використовуються у теперішній час в умовах ринкової економіки.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

2.1. Аналіз діяльності залізничного транспорту та перспективи його розвитку

Залізничний транспорт є базовою галуззю економіки України та основним елементом транспортної системи. Він забезпечує виконання 80 % вантажообігу (без урахування трубопровідного транспорту) та 30% пасажирообігу (без урахування міського транспорту) [34]. Національна система залізничного транспорту займає четверте місце на Євразійському континенті та шосте місце у світі за обсягами перевезення вантажів. Залізниці України мають експлуатаційну довжину 21873,2 км, у тому числі електрифікованих ліній 9670,6 км .

Однак, незважаючи на те що система залізничного транспорту України в основному забезпечує потреби економіки та населення у перевезеннях, її робота за багатьма технічними, організаційними та економічними параметрами не відповідає зростаючим потребам суспільства, європейським стандартам та умовам сучасного ринку. Відсутність інвестицій на оновлення основних фондів та, зокрема рухомого складу призвели, до їх суттєвого морального та технічного старіння. Знос основних фондів досяг небезпечної межі – 78 %, в тому числі активної частини – 84 % (данні коливаються за різними джерелами) Подальше функціонування залізничного транспорту в таких умовах може привести до руйнування самої галузі, блокування соціально-економічного розвитку всієї країни та створення загрози її національній безпеці.

Спостерігається тенденція до зростання обсягів збитковості пасажирських перевезень та зменшення рентабельності залізниць, оскільки збитки покриваються за рахунок вантажних перевезень, доходи яких в останні роки зменшуються.

До того слід сказати, що найбільш доходні перевезення вантажів поступово перетікають до приватних компаній операторів, або на автомобільний транспорт. Підвищення тарифів на існуючі перевезення вантажів залізницями (будівельні матеріали, вугілля, котуни, агломерат, продукція металургійних та хімічних заводів

та ін.) ускладнене, оскільки транспортна складова в ціні цих вантажів досягає дуже значних розмірів і вітчизняна продукція стає неконкурентоспроможною на світовому ринку.

Це відбувається за рахунок того, що відтворення основних виробничих фондів не відповідає нагальній потребі залізничного транспорту, зменшується ефективність рухомого складу та якість надання послуг, зростають витрати на перевезення вантажів та пасажирів, оскільки збільшення доходів від зростання обсягів залізничних перевезень значно нижче ніж зростання витрат на утримання інфраструктури та рухомого складу. В той же час темпи зростання цін на продукцію, що споживається залізничною галуззю, перевищували зростання тарифів на перевезення, і не дозволяли оновлювати рухомий склад та інфраструктуру за рахунок власних коштів.

Таким чином, серед причин зниження ефективності роботи системи залізничного транспорту України можна виділити такі:

1. Прогресуюче старіння основних фондів, загальний ступінь зносу яких становить та відсутність підтримки інноваційно-інвестиційного розвитку залізничної галузі з боку держави.

2. Недостатність власних джерел фінансування для оновлення основних фондів, оскільки тарифи на вантажні перевезення в середньому в два рази нижчі, ніж у країнах СНД і у 3-4 рази нижчі, ніж у країнах Європи, відповідно спостерігається також недостатній рівень інвестиційної складової у тарифах.

3. Система залізничного транспорту України включає в себе соціальну сферу, до якої належать об'єкти охорони здоров'я, освіти, культури, спорту, систему робочого постачання, інфраструктуру для водо-, тепло-, енергопостачання населення.

4. Виконання залізницями регульованих Урядом низьких тарифів та надання суспільно значущих послуг при відсутності дієвого механізму компенсації збитків суттєво обмежує можливості техніко-технологічної модернізації залізничного транспорту.

2.1.1. Стан і перспективи вантажних перевезень.

Для залізничного транспорту перевезення вантажів історично є основною роботою. До 1991 року на мережі залізниць України вантажообіг приблизно у шість разів перевищував пасажирообіг у кількісному вираженні, оскільки це було зумовлено географічними умовами розміщення виробничої та сільськогосподарської бази, кліматичними й природними розходженнями регіонів, історією розвитку окремих регіонів і багатьма іншими об'єктивними причинами.

Після розриву економічних зв'язків із країнами колишнього Союзу традиційні вантажопотоки через територію України та між цими країнами почали швидко зменшуватись. Обсяги відправлених вантажів у 2007 році скоротилися у 2,0 разу проти 1991 року. Основне скорочення обсягів перевізної роботи припадає на 1993-1996 рік, але в 1997 році, досягши критичної межі, обсяги перевезень стабілізувалися.

Подальше їх зростання тісно пов'язане зі зростанням валового внутрішнього продукту (ВВП) України у пропорції 0,5-0,6 відсотка зростання вантажообігу на один відсоток зростання ВВП.

Обсяг вантажних перевезень складається з відправлення та прийому вантажів.

Для обсягу відправлення вантажів залізничним транспортом характерним є зв'язок з обсягами виробництва промислової та сільськогосподарської продукції в країні. Відомості щодо обсягів виробництва основних видів продукції промисловості та сільського господарства за даними Державної служби статистики України наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Виробництво основних видів продукції промисловості та сільського господарства

Найменування, одиниця виміру	Обсяг виробництва за роками														
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Добувна промисловість															
Вугілля готове, млн.т	59,8	59,4	60,4	61,7	58,9	59,5	55	55	62,7	65,7	64,4	45,9	30,2	31,6	24,2
Нафта сира, млн.т	2,8	3	3,1	3,3	3,3	3,2	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2	2	1,8	1,6	1,5
Газовий конденсат, млн.т	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1	0,9	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Концентрати залізорудні неагломеровані, млн.т	47,6	50,5	53,2	57,1	60,9	56,9	54,8	64,3	66,5	67,1	70,4	68,3	66,9	62,9	60,6
Концентрати залізорудні агломеровані, млн.т	58,9	63,1	65	68,3	72,1	63,7	55,7	61,6	64,4	64,6	67,6	60,2	55,2	56,7	50,8
Вапняк, млн.т	20,4	23,2	25,1	27,8	30	26,7	18	20,6	22,8	20,6	18,7	11,6	7,6	7,7	6,5
Сіль і хлорид натрію чистий, тис.т	3870	4432	4854	6006	5563	4441	5405	4929	5949	6183	5796	2498	2137	1784	1816
Переробна промисловість															
Яловичина і телятина, свіжі (парні) чи охолоджені, тис.т	186	141	143	156	160	128	94,3	87,2	62,3	60,5	62,1	54,8	50	59,1	56,9
Яловичина і телятина, морожені, тис.т	97,9	57	50,1	43,9	61,5	39,4	26,9	24,1	17,8	16,2	25,4	17,4	20,7	15,2	18,4
Свинина свіжа (парна) чи охолоджена, тис.т	80,2	74,1	81,4	130	179	157	130	164	197	188	217	232	235	238	226
Свинина морожена, тис.т	18,9	13,9	18	25,4	24	14,2	5,4	7,5	8,3	5,9	5,3	7	12,4	7,4	6,6
М'ясо і субпродукти харчові свійської птиці, свіжі чи охолоджені, тис.т	131	201	274	327	458	572	649	693	678	676	760	689	688	671	774
М'ясо і субпродукти харчові свійської птиці, морожені, тис.т	38,5	39,8	57,9	90,5	90,1	82,3	90,1	90,7	31,9	36,7	89,7	48,9	145	217	76,8
Вироби ковбасні, тис.т	271	332	309	301	330	335	272	283	286	288	287	260	229	233	247
Соки, тис.т	399,1	471	609	696	1014	920	710	749	495,4	541,6	513,5	466,7	319,2	303,6	305,2
Олія соняшникова нерафінована, тис.т	1257	1343	1381	2078	2226	1863	2772	2990	3200	3800	3400	4400	3700	4400	5300
Маргарин і продукти аналогічні, тис.т	250	282	302	311	317	316	353	363	358	329	283	270	192	187,4	229,3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Молоко оброблене рідке, тис.т	645	716	864	820	863	808	770	801	904,4	925,7	985,2	1136,6	1035,5	1031,7	1037,5
Масло вершкове, тис.т	1371	116	120	104	100	84,8	74,7	79,5	76,2	88,1	93,9	113	101	102	108
Сир свіжий неферментований та сир кисломолочний, тис.т	57,7	71,3	83,5	93,2	92,6	91,9	84,8	78,5	76,5	79	83,7	74,7	67,8	70,2	68,1
Сири жирні, тис.т	173	224	274	217	246	236	224	207	178,1	168,5	165,1	130,4	123,6	112,7	121,4
Продукти кисломолочні, тис.т	427	467	499	524	532	532	492	479	498,5	518,7	546,5	496,9	454,6	449,4	430,8
Борошно, тис.т	2827	2949	2944	2696	2908	3030	2734	2632	2596	2605	2542	2200	2100	2000	2000
Вироби хлібобулочні, тис.т	2335	2307	2264	2160	2034	1978	1828	1808	1763	1686	1560	1335	1200	1200	1100

Закінчення табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Печиво солодке і вафлі, тис.т	272	285	314	337	358	373	339	367	374	392	388	298,4	275	272,6	288,1
Цукор білий кристалічний, тис.т	2486	2147	2139	2592	1867	1571	1275	1805	2586	2143	1263	2100	1500	2000	2000
Вироби кондитерські, тис.т	498	554	568	544	585	596	596	604	574	559	533	412,4	387,7	368,2	368,9
Вироби макаронні, тис.т	172,1	166,5	206	216	217	206,7	185	184,4	203,6	198,7	202	172	157,8	166,9	159,2
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, млн.т	20,8	22	18,9	19,2	20,6	19,5	17,4	18,6	19,6	18,9	17,6	13,9	11,6	12,7	10,1
Бензин моторний з вмістом свинцю 0,013 г/л і менше, тис.т	4308	4997	4609	3926	4161	3223	3259	2875	2837	1636	1015	681	681	681	681
Паливо дизельне для транспорту автомобільного і залізничного, тис.т	6325	6265	5290	4270	4147	3659	3903	3709	2664	1372	999	760	760	760	760
Мазути паливні важкі, тис.т	7970	7766	5889	3836	3477	2460	2600	2464	2181	790	658	516	83	100	105
Мастила, масла інші, тис.т	180	214	176	210	214	188	110	119	102	101	159	80,9	73,5	92,5	112
Пропан і бутан скраплені, тис.т	722	754	766	758	824	727	733	679	665	563	500	440	341	316	312
Бітум нафтовий і сланцевий, тис.т	386	395	448	512	577	448	349	473	324	178	123	118	24,2	27,3	36,5
Аміак синтетичний, тис.т	4775	4779	5214	5147	5139	4890	3033	4163	4321	4148	3480	2419	2168	1678	979
Цемент, розчини бетонні, млн.т	8,9	10,6	12,2	13,7	15	14,9	9,5	9,5	15,2	14,4	15,5	12,3	12,5	15,7	18,2
Вапно, тис.т	4962	5302	5342	5450	5688	5128	4101	4241	4579	4483	3969	3145	2722	2882	2487
Чавун, млн.т	29,5	31	30,7	32,9	35,6	31	25,7	27,4	28,9	28,5	29,1	24,8	21,9	23,6	19,8
Феросплави, тис.т	1700	2000	1700	1800	2000	1700	1200	1700	1419	1279	1141,6	1362	1079	1293	1291,1
Прокат готовий чорних металів, млн.т	48	50,5	49,9	51,9	56,1	46,5	34,3	38,8	42,8	40,5	39,7	33,6	29,3	30,7	27,1
Сільське господарство															
Зернові та зернобобові культури, тис.т	20234	41809	38016	34258	29295	53290	46028	39271	56747	46216	63051	63859	60126	66088	61917
Цукрові буряки (фабричні), тис.т	13392	16600	15468	22421	16978	13438	10068	13749	18740	18439	10789	15734	10331	14011	14882
Насіння соняшнику, тис.т	4254	3050	4706	5324	4174	6526	6364	6772	8671	8387	11051	10134	11181	13627	12236
Картопля, тис.т	18453	20755	19462	19467	19102	19545	19666	18705	24248	23250	22259	23693	20839	21750	22208
Овочі, тис.т	6538	6964	7295	8058	6835	7965	8341	8122	9833	10017	9873	9638	9214	9415	9286
Плоди та ягоди, тис.т	1697	1635	1690	1114	1470	1504	1618	1747	1896	2009	2295	1999	2153	2007	2048

З метою аналізу та прогнозування основні види продукції промисловості та сільського господарства згруповані в табл. 2.2.

Наочно динаміка відправлення та виробництва наведена на рис. 2.1.

Таблиця 2.2 – Виробництво основних видів продукції промисловості та сільського господарства за групами, тис. тонн

Найменування групи	Обсяг виробництва за роками														
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вугілля готове	59800	59400	60400	61700	58900	59500	55000	55000	62700	65700	64400	45900	30200	31600	24200
Нафта сира	2800	3000	3100	3300	3300	3200	2900	2600	2400	2300	2200	2000	1800	1600	1500
Газовий конденсат	1100	1300	1200	1200	1100	1100	1100	1000	900	1100	900	700	700	600	700
Концентрати залізорудні неагломеровані	47600	50500	53200	57100	60900	56900	54800	64300	66500	67100	70400	68300	66900	62900	60600
Концентрати залізорудні агломеровані	58900	63100	65000	68300	72100	63700	55700	61600	64400	64600	67600	60200	55200	56700	50800
Вапняк	20400	23200	25100	27800	30000	26700	18000	20600	22800	20600	18700	11600	7600	7700	6500
Сіль і хлорид натрію чистий	3870	4432	4854	6006	5563	4441	5405	4929	5949	6183	5796	2498	2137	1784	1816
Продукти харчування	13993	12958	13501	14462	14662	13934	13705	14497	15165	15306	14005	14915	12994	14105	14922
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного	20800	22000	18900	19200	20600	19500	17400	18600	19600	18900	17600	13900	11600	12700	10100
Паливно-мастильні матеріали нафтові	19891	20391	17178	13512	13400	10705	10954	10319	8773	4640	3454	2596	1963	1977	2007
Аміак	4775	4779	5214	5147	5139	4890	3033	4163	4321	4148	3480	2419	2168	1678	979
Чавун	29500	31000	30700	32900	35600	31000	25700	27400	28900	28500	29100	24800	21900	23600	19800
Феросплави	1700	2000	1700	1800	2000	1700	1200	1700	1419	1279	1142	1362	1079	1293	1291
Прокат готовий чорних металів	48000	50500	49900	51900	56100	46500	34300	38800	42800	40500	39700	33600	29300	30700	27100
Зернові та зернобобові культури	20234	41809	38016	34258	29295	53290	46028	39271	56747	46216	63051	63859	60126	66088	61917
Цукрові буряки (фабричні)	13392	16600	15468	22421	16978	13438	10068	13749	18740	18439	10789	15734	10331	14011	14882
Насіння соняшнику	4254	3050	4706	5324	4174	6526	6364	6772	8671	8387	11051	10134	11181	13627	12236
Картопля	18453	20755	19462	19467	19102	19545	19666	18705	24248	23250	22259	23693	20839	21750	22208
Овочі, плоди та ягоди	8235	8599	8985	9172	8305	9469	9959	9869	11729	12026	12168	11637	11367	11422	11334
РАЗОМ	397697	439373	436584	454969	457218	446038	391282	413874	466762	449174	457795	409847	359385	375835	344892

З табл. 2.3 та рис. 2.1 видно, що між обсягами відправлення вантажів та обсягами виробництва основних видів продукції промисловості та сільського господарства існує тісний зв'язок, про що також свідчить коефіцієнт кореляції цих показників, який дорівнює 0,939.

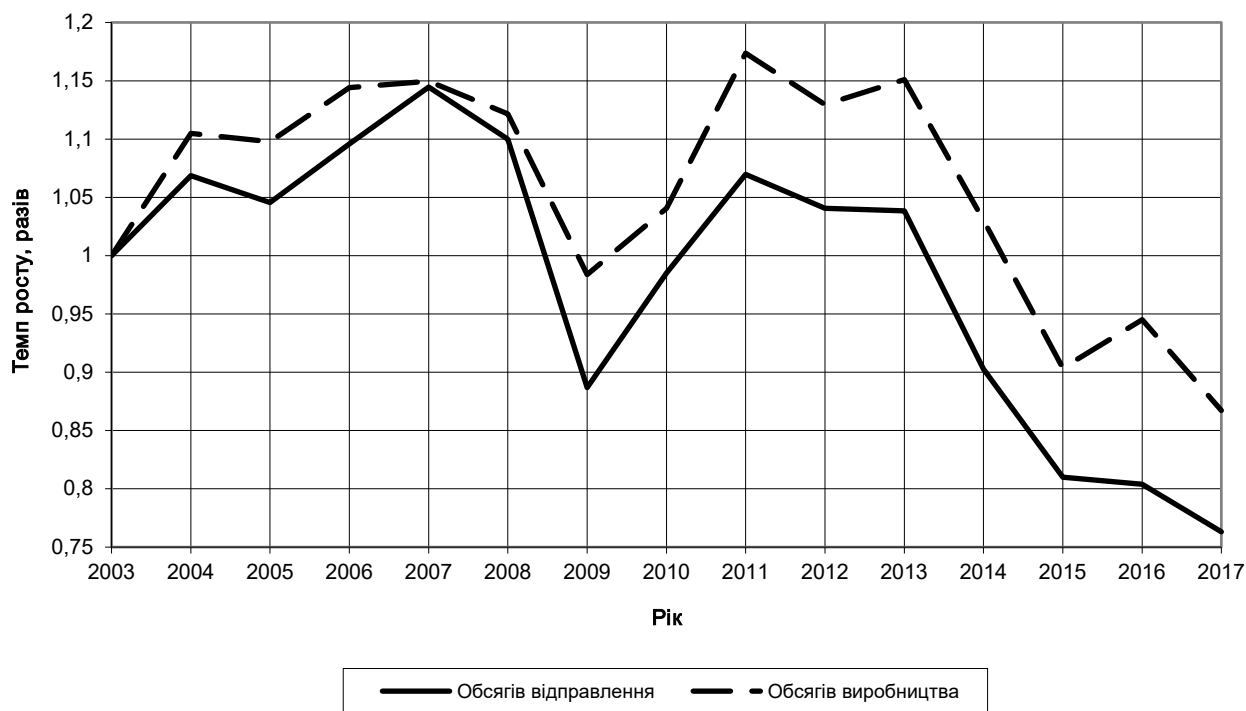


Рис. 2.1. Базисні темпи росту відправлення вантажів та обсягів виробництва

Відомості щодо обсягів відправлення вантажів та обсягів виробництва основних видів продукції промисловості та сільського господарства представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Динаміка відправлення вантажів та виробництва основних видів продукції промисловості та сільського господарства

Рік	Відправлення вантажів, тис. т	Виробництво, тис. т	Коефіцієнт перевізності	Базисний індекс, разів	
				відправлення	виробництва
1	2	3	4	5	6
2003	363365	397697	0,914	1	1
2004	388295	439373	0,884	1,069	1,105
2005	379927	436584	0,870	1,046	1,098
2006	398148	454969	0,875	1,096	1,144
2007	415911	457218	0,910	1,145	1,150
2008	399680	446038	0,896	1,100	1,122
2009	322222	391282	0,824	0,887	0,984
2010	357969	413874	0,865	0,985	1,041
2011	388716	466762	0,833	1,070	1,174
2012	378102	449174	0,842	1,041	1,129
2013	377318	457795	0,824	1,038	1,151
2014	328025	409847	0,800	0,903	1,031
2015	294301	359385	0,819	0,810	0,904
2016	292105	375835	0,777	0,804	0,945
2017	277300	344892	0,804	0,763	0,867

Відомості щодо прийому вантажів наведені в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Прийом вантажів, тис. т

Рік	Прийом	Рік	Прийом	Рік	Прийом	Рік	Прийом
1995	54580	2001	57100	2007	98279,4	2013	64481,8
1996	46500	2002	62400	2008	98860,3	2014	58975,2
1997	47890	2003	82165,2	2009	69298,2	2015	55698,8
1998	48730	2004	74074,7	2010	74930,9	2016	51995,3
1999	50400	2005	70353,3	2011	80594,5	2017	62200,0
2000	61450	2006	80561,7	2012	79347,8	X	X

Графічно прийом відображено на рис. 2.2.

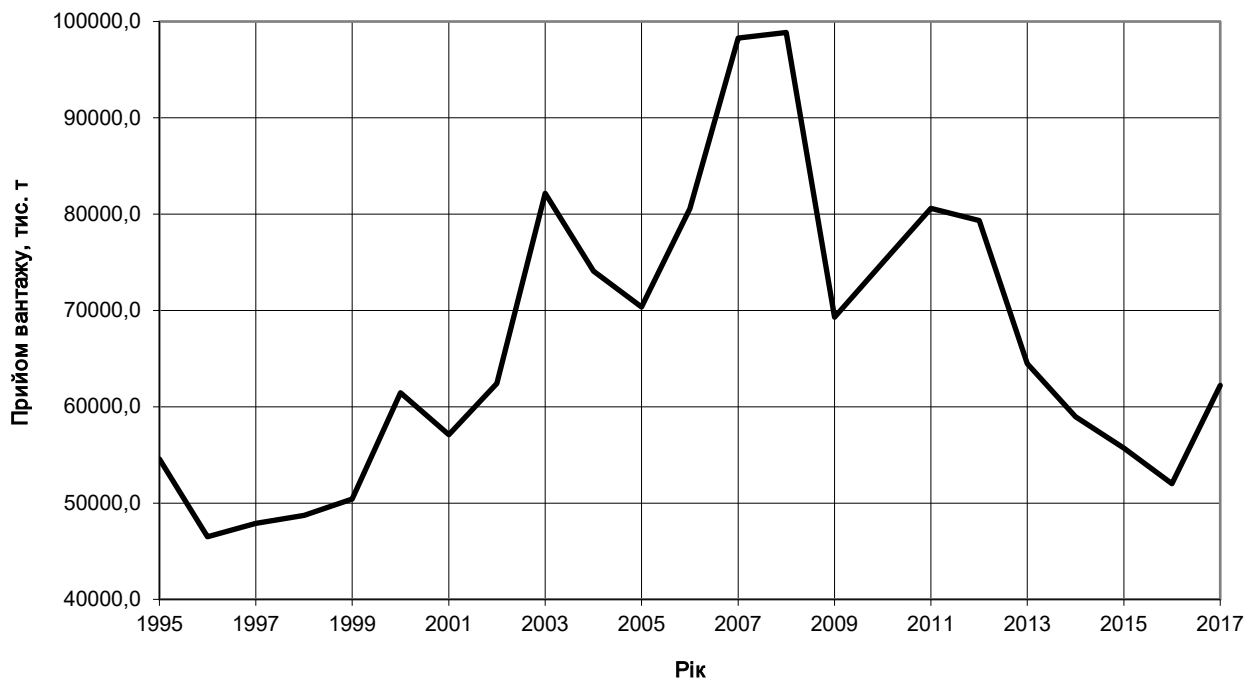


Рис. 2.2. Динаміка прийому вантажів

Рис. 2.2 свідчить, що до 2008 року спостерігалась тенденція до зростання обсягів прийому вантажів, як в 2009 році змінилася на тенденцію до падіння.

Вантажообігом на транспорті називається робота по переміщенню вантажу, яка визначається як добуток маси перевезеного вантажу та відстані переміщення.

Дані щодо вантажообігу та середньої дальності перевезень наведені у табл. 2.5. На рис. 2.3 графічно відображена динаміка вантажообігу.

Величина та структура вантажообігу на залізничному транспорті має важливе значення, тому що від неї залежить прибуток та собівартість вантажних перевезень, структура і основні параметри вагонного парку, кількість та типи засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт.

Таблиця 2.5 – Вантажообіг та середня дальність перевезень

Рік	Вантажообіг нетто експлуатаційний, млн. т-км	Обсяг перевезень вантажів, тис. т	Середня дальність перевезень, км	Частка прийому в обсязі перевезень
1995	195762,0	414800	471,9	0,132
1996	163384,0	342560	477,0	0,136
1997	160433,0	341420	469,9	0,140
1998	158693,0	335050	473,6	0,145
1999	156336,0	334640	467,2	0,151
2000	172840,0	357380	483,6	0,172
2001	177465,0	370200	479,4	0,154
2002	193141,0	392590	492,0	0,159
2003	224024,5	445530	502,8	0,184
2004	232759,8	462370	503,4	0,160
2005	222868,3	450280	495,0	0,156
2006	240809,6	478710	503,0	0,168
2007	262504,6	514190	510,5	0,191
2008	257006,1	498540	515,5	0,198
2009	196188,4	391520	501,1	0,177
2010	218091,2	432900	503,8	0,173
2011	243865,7	469310	519,6	0,172
2012	237722,3	457450	519,7	0,173
2013	224433,9	441800	508,0	0,146
2014	211233,1	387000	545,8	0,152
2015	195054,4	350000	557,3	0,159
2016	187557,5	344100	545,1	0,151
2017	191914,1	339500	565,3	0,183

Рис. 2.3 свідчить про наявність тенденції до зростання вантажообігу у періоді з 2000 по 2007 рік, яку з 2008 року змінила тенденція до падіння. Мінімальне значення показник набуває у 1999 році, максимальний рівень показник дістав у 2007 році. До 2007 року спостерігається постійне зростання. Значне падіння вантажообігу відбулося упродовж 2008, 2009 років, що спричинене економічною кризою. З 2012 року спостерігається відновлення тенденції до падіння вантажообігу.

Аналіз даних табл. 2.5 дозволяє встановити наявність кореляційної залежності середньої дальності вантажних перевезень та частки прийому в обсязі перевезень (коефіцієнт кореляції становить 0,412, коефіцієнт кореляції різниць першого порядку 0,612).

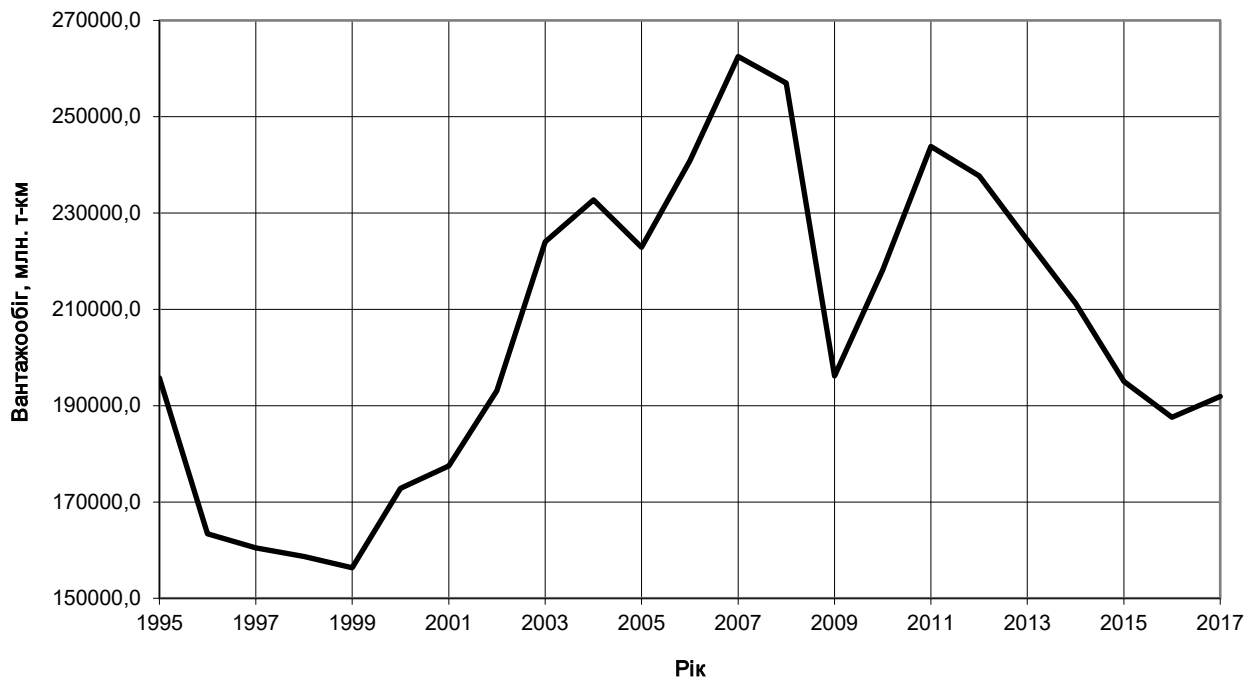


Рисунок 2.3. Зміна вантажообігу протягом 1995 – 2017 років

Середня дальність перевезень – це відстань, на яку перевозиться кожна тонна вантажу у середньому, тобто середня відстань від станції відправлення до станції призначення вантажу. Середня дальність перевезення визначається, як відношення вантажообігу до обсягу перевезень. Залежність вантажообігу від середньої дальності перевезень є прямо пропорційною.

2.1.2. Стан і перспективи пасажирських перевезень.

На залізничному транспорті пасажирські перевезення підрозділяються на три види сполучення: приміське, місцеве і пряме. Приміськими вважаються перевезення, що виконуються в межах приміських зон, включаючи внутриміські. До місцевих відносяться перевезення у межах однієї залізниці, до прямих – у межах двох і більш залізниць. Перевезення в місцевому і прямому сполученнях називаються дальніми.

Розподіл пасажирських перевезень за сполученнями має важливе практичне значення для організації перевезень пасажирів, їхнього планування й економічного аналізу роботи залізниць, удосконалювання тарифів.

Від структури пасажирських перевезень за видами сполучень залежать економічні показники роботи залізниць. Це пояснюється відмінністю собівартості

дальніх і приміських перевезень, їхньою оплатою по різних тарифам. Для цих цілей на залізничному транспорті на рівні залізниць і по мережі в цілому ведеться роздільний облік витрат і доходів по видах сполучень. Роздільний розрахунок собівартості пасажирських перевезень по видах сполучень необхідний для обґрунтування рівня пасажирських тарифів. Визначення витрат по перевезеннях у конкретних потягах стає найважливішою базою для пошуку зниження витрат і підвищення ефективності і якості пасажирських перевезень.

На залізничному транспорті по числу перевезених пасажирів перше місце стійко займає приміське сполучення. Однак, у зв'язку з невеликою дальністю поїздки, питома вага приміських перевезень у загальному пасажирообігу значно менша, ніж перевезень у дальньому прямуванні.

Таблиця 2.6 – Обсяги перевезення пасажирів, тис. осіб

Рік	Дальнє	Приміське	Усього
1991	95734	415538	511272
1992	112813	442058	554871
1993	107055	427940	534995
1994	82645	548384	631029
1995	67914	509541	577455
1996	61240	477345	538585
1997	57053	443803	500856
1998	43394	458066	501460
1999	41304	445522	486826
2000	44940	453743	498683
2001	44219	423607	467826
2002	46269	418547	464816
2003	48774	427973	476747
2004	53598	398629	452227
2005	58741	385152	443893
2006	63838	385917	449755
2007	68896	386919	455815
2008	61703	383763	445466
2009	56618	369357	425975
2010	61623	364352	425975
2011	63785	366000	429785
2012	62115	367000	429115
2013	65360	359857	425217
2014	41066	357482	398548
2015	39472	356265	395737
2016	43030	350548	393578
2017	52401	112541	164942
2018	54086	103876	157962

Для цілей аналізу та прогнозування загальний обсяг пасажирських перевезень залізницями України розглядається за видами сполучень – у дальньому та приміському сполученнях.

Відомості про обсяги перевезення пасажирів наведені у табл. 2.6.

Наочно динаміка перевезення пасажирів представлена на діаграмі (рис. 2.4).

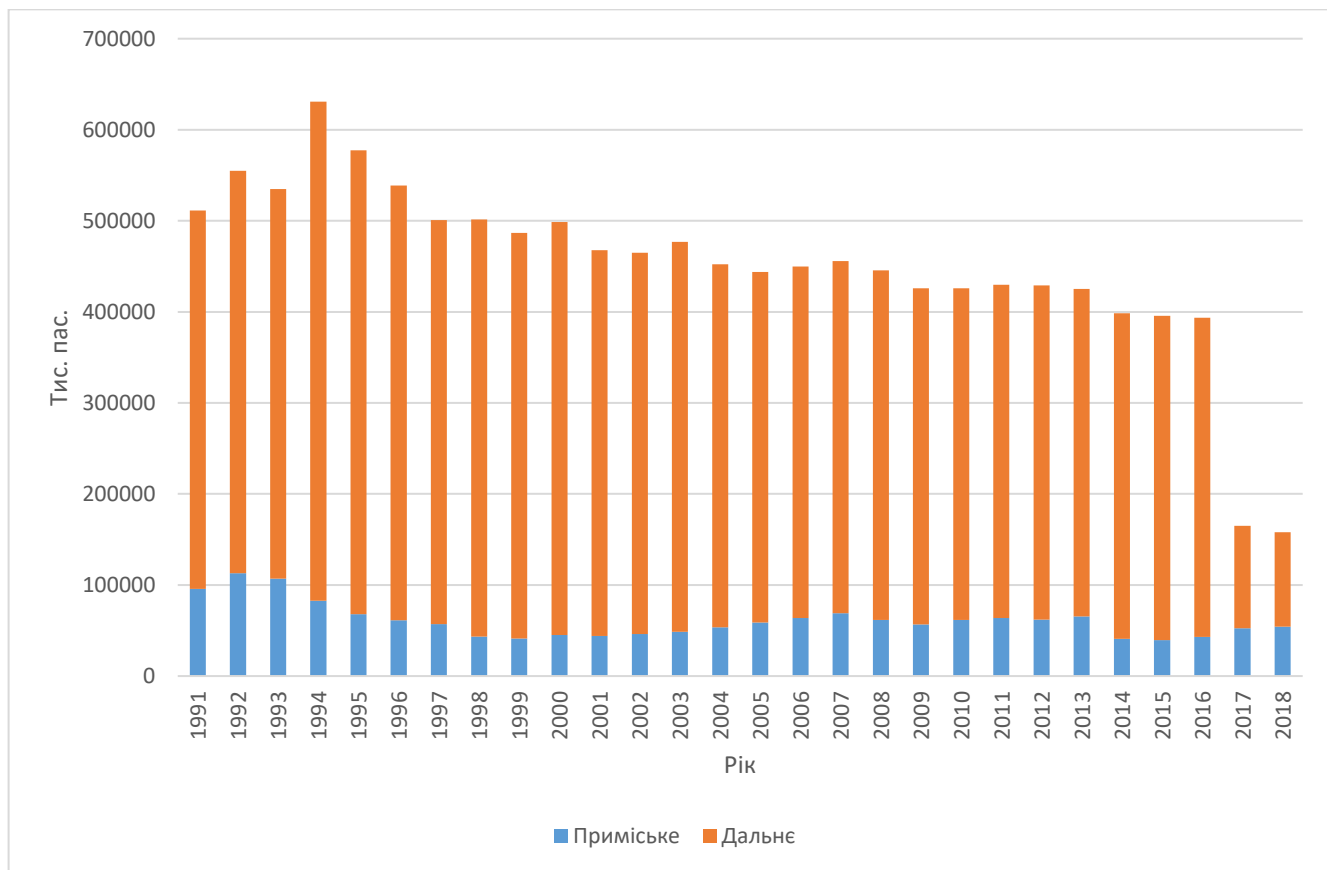


Рис. 2.4. Обсяги перевезення пасажирів, тис. осіб

Таблиця та графік свідчать, що з 1995 року спостерігається зменшення загальних обсягів перевезень пасажирів. При цьому, з 1998 темпи цього процесу уповільнилися (ризьке зменшення обсягів перевезень у 2017 році спричинено зміною порядку обліку пасажирів – з 01.01.2017 року в ПАТ "Укрзалізниця" змінився порядок обліку пасажирів у приміському сполученні, що користуються пільгами на безкоштовний проїзд залізничним транспортом загального користування). В цілому, за період з 1994 року загальний обсяг перевезень скоротився на 75%, що у середньому становить 5,8% на рік.

Структуру перевезень за видами сполучень характеризує діаграма (рис. 2.5).

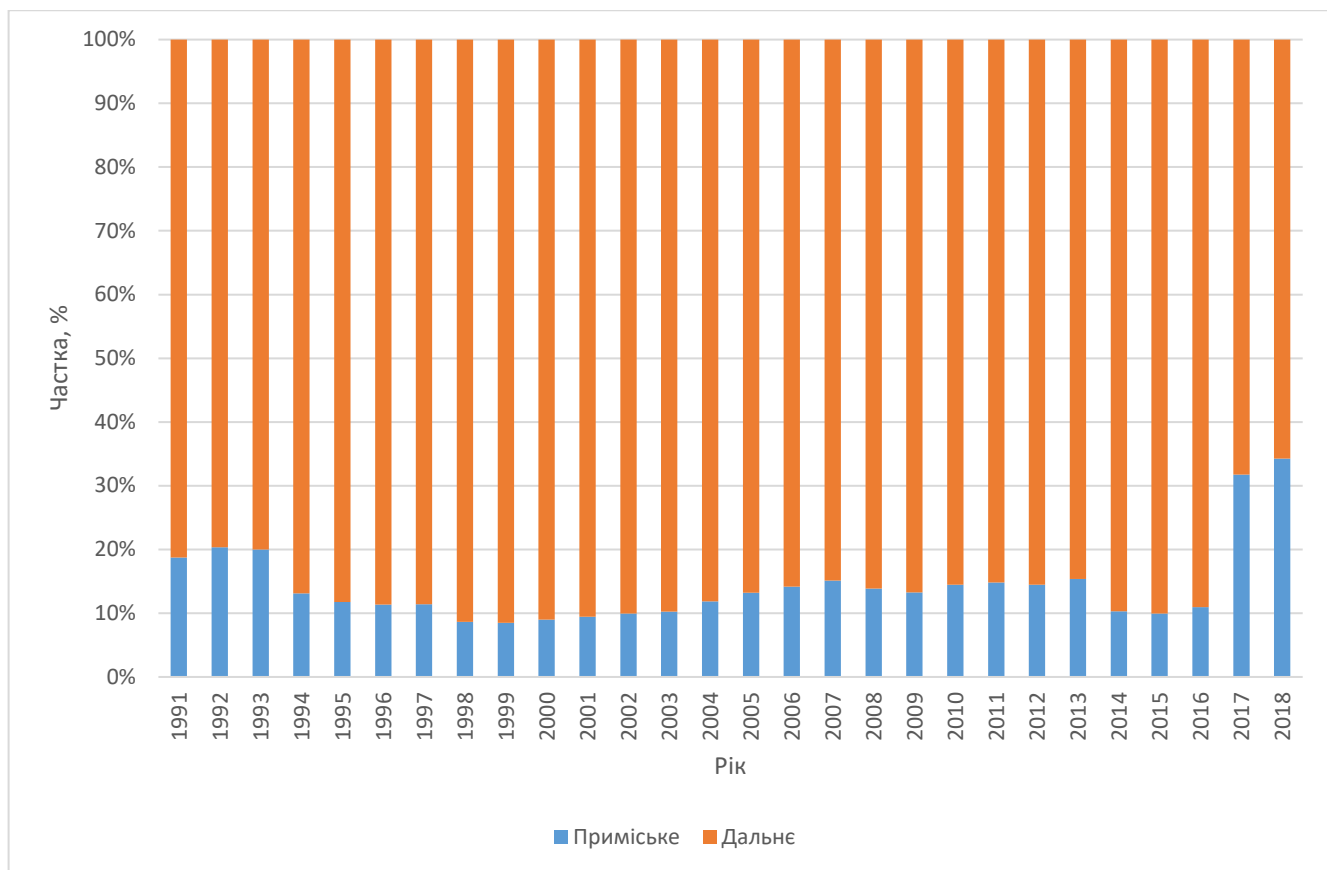


Рис. 2.5. Діаграма структури перевезення пасажирів

Рис. 2.5 свідчить, що найбільшу питому вагу у структурі перевезень пасажирів займає приміське сполучення (65,8% у 2018 році). При цьому, останнім часом спостерігається підвищення питомої ваги дальнього. Ризьке підвищення частки дальнього сполучення у 2017 році пов'язано зі зміною порядку обліку пасажирів.

Продукцією транспорту є перевезення вантажів і пасажирів. Поняття "продукція транспорту" правомірно застосовувати лише до завершеного перевезення, коли вантаж або пасажир доставлений у пункт призначення. Вимірюється вона відповідно кількістю перевезених тонн вантажів і числом перевезених пасажирів. Не виключений вимір транспортної продукції й у вартісній формі у виді доходів від вантажних і пасажирських перевезень.

Продукція транспорту має якісні характеристики. Якість пасажирських перевезень характеризується їхньою безпекою, виконанням розкладу і швидкістю руху пасажирських потягів, комфортом пасажирів тощо.

На виконання транспортної, як і всякої іншої продукції, витрачається певна робота. Транспортна робота у пасажирському русі відбиває як обсяги перевезень пасажирів, так і відстані їхнього перевезення.

У пасажирському русі транспортна робота називається пасажирообігом і вимірюється у пасажиро-кілометрах.

Для цілей аналізу та прогнозування загальний пасажирообіг залізниць України також розглядається за видами сполучень – у дальньому та приміському сполученнях. Відомості про пасажирообіг наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Пасажирообіг, млн. пас-км

Рік	Дальнє	Приміське	Усього
1991	56267,2	14598,1	70865,3
1992	58864,7	17216,0	76080,7
1993	56880,9	19014,7	75895,6
1994	44012,9	26868,7	70881,6
1995	36300,4	27451,1	63751,5
1996	32598,9	26480,9	59079,8
1997	29582,9	24956,9	54539,8
1998	24062,5	25875,4	49937,9
1999	22724,6	24875,4	47600,0
2000	25469,5	26297,8	51767,3
2001	25852,0	23809,0	49661,0
2002	27035,6	23508,0	50543,6
2003	28256,4	24301,7	52558,1
2004	31054,6	20670,9	51725,5
2005	34366,8	18288,4	52655,2
2006	35137,2	18092,6	53229,8
2007	35149,8	17939,6	53089,4
2008	35222,6	17833,0	53055,6
2009	31107,8	17219,6	48327,4
2010	33313,6	16926,4	50240,0
2011	33853,9	16714,9	50568,8
2012	32811,7	16391,2	49202,9
2013	32348,9	16526,9	48875,8
2014	20594,2	16470,7	37064,9
2015	19382,2	16531,2	35913,4
2016	21248,8	16111,3	37360,1
2017	22557,8	5443,5	28001,3
2018	23628,5	4986,4	28614,9

Наочно динаміка перевезення пасажирів представлена на діаграмі (рис. 2.6).

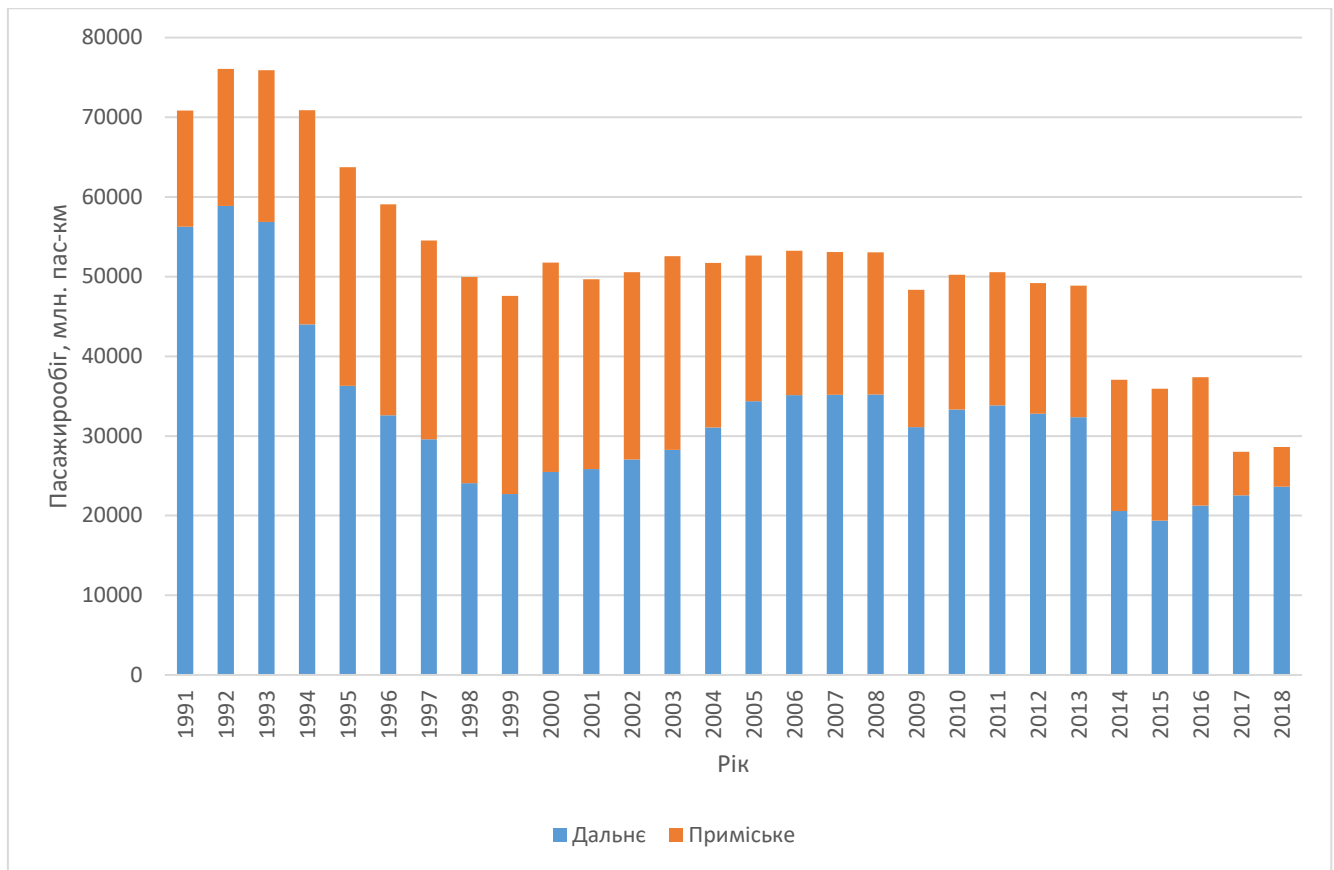


Рис. 2.6. Діаграма динаміки пасажирообігу, млн. пас-км

Табл. 2.7 та рис. 2.6 свідчать, що у періоді, що розглядається, спостерігається зменшення загального пасажирообігу до 1999 року (на 37,4% у порівняння з рівнем 1992 року), та його стабілізація з 2000 по 2013 рік на рівні близько 50 млрд. пас-км. У 2014 році спостерігається суттєве скорочення пасажирообігу, пов'язане з політичною та економічною кризою. Також значене скорочення спостерігається у 2017 році, що пов'язано зі зміною порядку обліку пасажирів. Загалом скорочення показника з 1991 року досягає 60% (в середньому 3,3 % на рік).

Структуру пасажирообігу за видами сполучень характеризує діаграма (рис. 2.7). Рис. 2.7 свідчить, що, на відміну від структури обсягу перевезень, найбільшу питому вагу у структурі пасажирообігу займає дальнє сполучення (82,5% у 2018 році). При цьому, з 2000 року питома вага дальнього сполучення у пасажирообігу збільшується зі стабілізацією з 2005 року на рівні близько 66%. У 2017 році спостерігається підвищення цієї частки до рівня 80%, пов'язано зі зміною порядку обліку пасажирів.

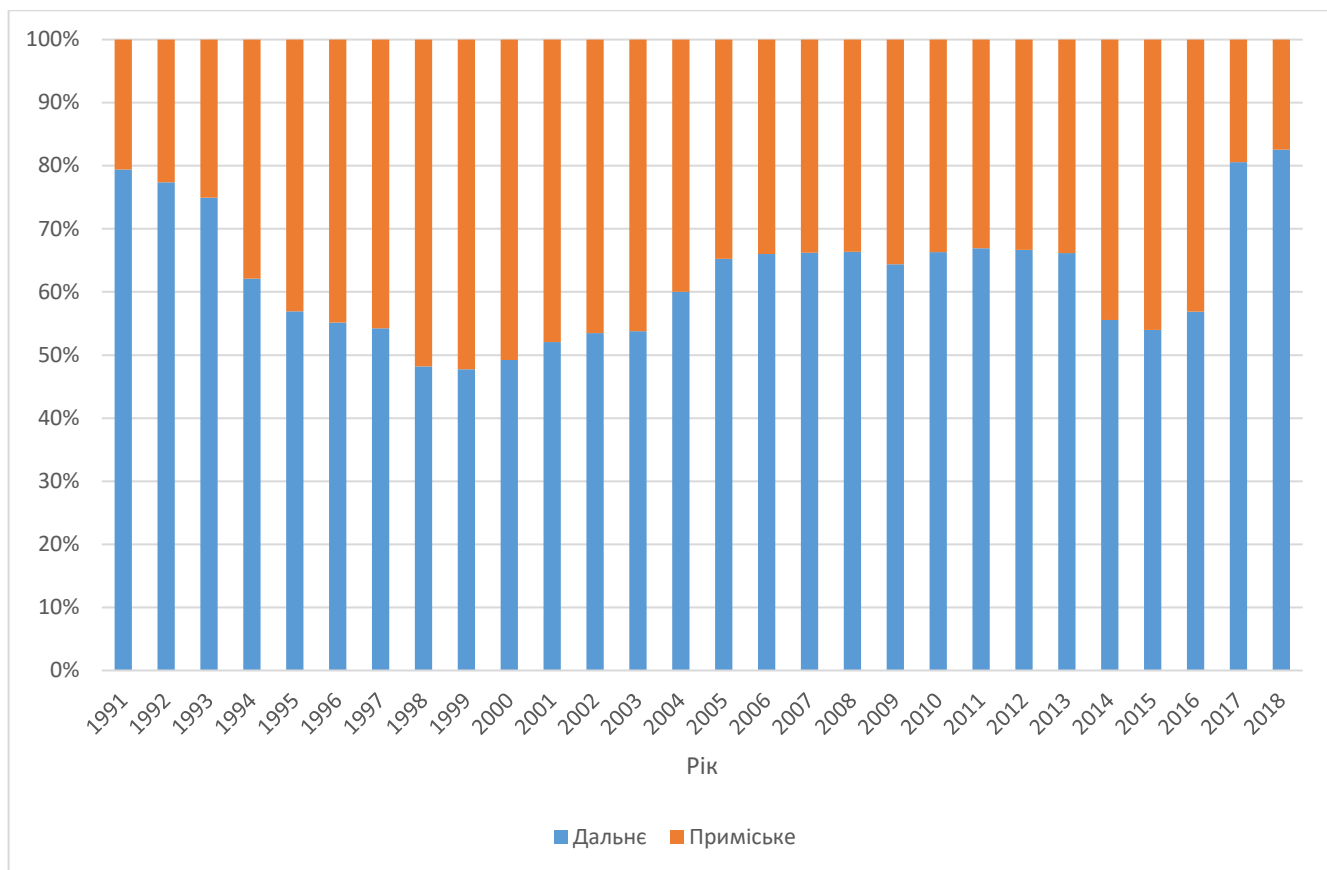


Рис. 2.7. Діаграма структури пасажирообігу

Переважна роль дальнього сполучення у формуванні пасажирообігу пов'язана з суттєво більшою середньою дальністю поїздки у вказаному виді сполучення у порівнянні з приміським. Тобто, незважаючи на більшу кількість перевезених пасажирів у приміському сполученні, більша транспортна робота пов'язана з дальніми пасажирськими перевезеннями.

2.2. Аналіз стану забезпечення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України

Положенням про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті, затвердженим наказом Мінінфраструктури від 03.07.2017 № 235, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 25.07.2017 за № 904/30772 (далі – наказ 235), розробленого у відповідності до норм і стандартів визначених Директивою 2004/49/ЄС Європейського парламенту та Ради від 29.04.2004 про безпеку залізниць у Співтоваристві змінено класифікацію транспортних подій.

Наказом № 235 передбачено зміну класифікації транспортних подій на катастрофи (аварії із серйозними наслідками), аварії та інциденти. Крім цього до транспортних подій віднесено випадки травмування (загибелі) працівників залізничного транспорту, пасажирів та сторонніх осіб, завданні рухомим складом, що переміщався, пожежі в рухомому складі, втрати небезпечного вантажу під час його транспортування, що не було передбачено попереднім класифікатором, а також змінено час затримки пасажирських поїздів, який враховується транспортною подією з двох годин до однієї.

У відповідності до наказу № 235 в АТ «Укрзалізниця» проведено роботу щодо зміни форм оперативної та щомісячної звітності про кількість допущених транспортних подій та внесені зміни до програмного забезпечення АРМ «Транспортні події».

У зв'язку з чим у 2018-2019 роках спостерігається різке підвищення кількості транспортних подій.

В 2019 році допущено 1081 транспортну подію, з них 561 аварія, у т.ч. 57 випадків сходження рухомого складу, 6 випадків зіткнення рухомого складу, 3 випадки пожежі на рухомому складі, 495 випадків травмування осіб рухомим складом (315 зі смертельним наслідком), у т.ч. 7 робітників залізничного транспорту та 520 інцидентів, проти 1282 транспортних подій, з них 1 катастрофа, 626 аварій, у т.ч. 80 випадків сходження рухомого складу, 7 випадків зіткнення рухомого складу, 1 випадок пожежі на рухомому складі, 538 випадків травмування осіб рухомим складом, у т.ч. 4 працівника залізничного транспорту (317 зі смертельним наслідком) та 655 інцидентів за аналогічний період 2018 року.

Загальна кількість транспортних подій зменшилася на 201 випадок (з 1282 до 1081), кількість катастроф зменшилась на 1 випадок (з 1 до 0), кількість аварій зменшилася на 65 випадків (з 626 до 561), у т.ч. кількість сходжень рухомого складу з рейок зменшилась на 23 випадки (з 80 до 57), кількість пожеж на рухомому складі збільшилась на 2 випадки (з 1 до 3), кількість зіткнень рухомого складу зменшилась на 1 випадок (з 7 до 6), кількість травмувань (загибелі) осіб рухомим

складом зменшилася на 43 випадки (з 538 до 495), кількість інцидентів зменшилася на 135 випадків (з 655 до 520).

При цьому приведений обсяг перевезень зменшився на 2,8%, а питомий показник кількості транспортних подій до обсягів перевезень зменшився з 6,09 до 5,26 подій на 1 млрд. приведених тонно-кілометрів. Щодобово траплялось у середньому 2,96 випадків транспортних подій, проти 3,51 у 2018 році [93].

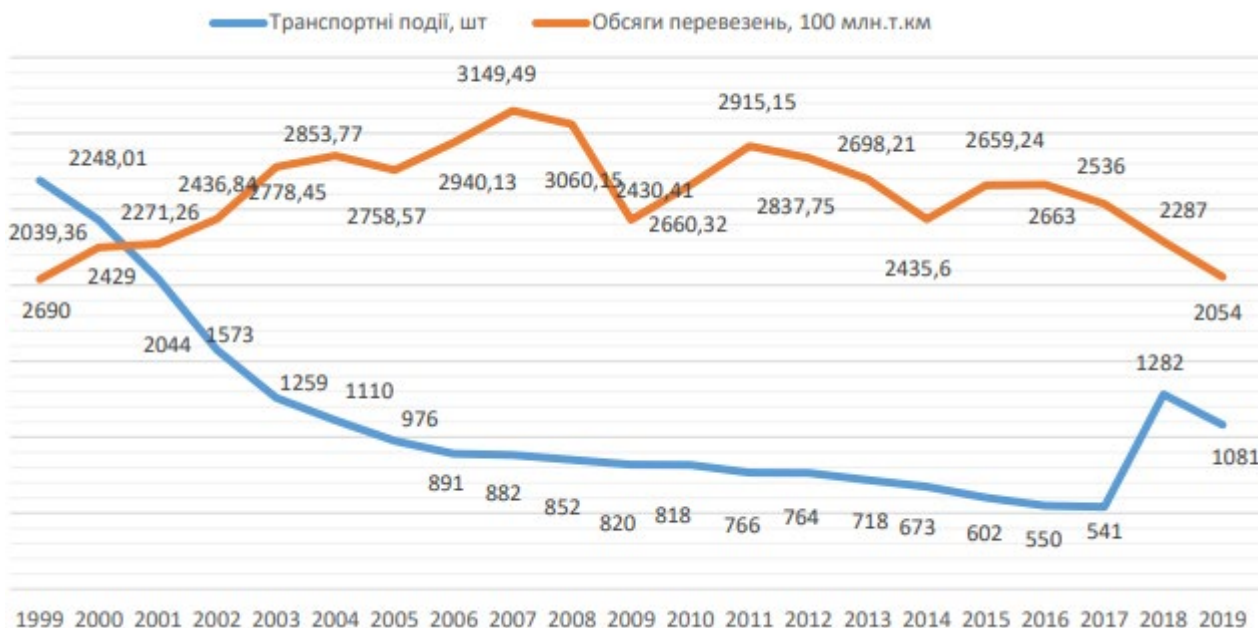


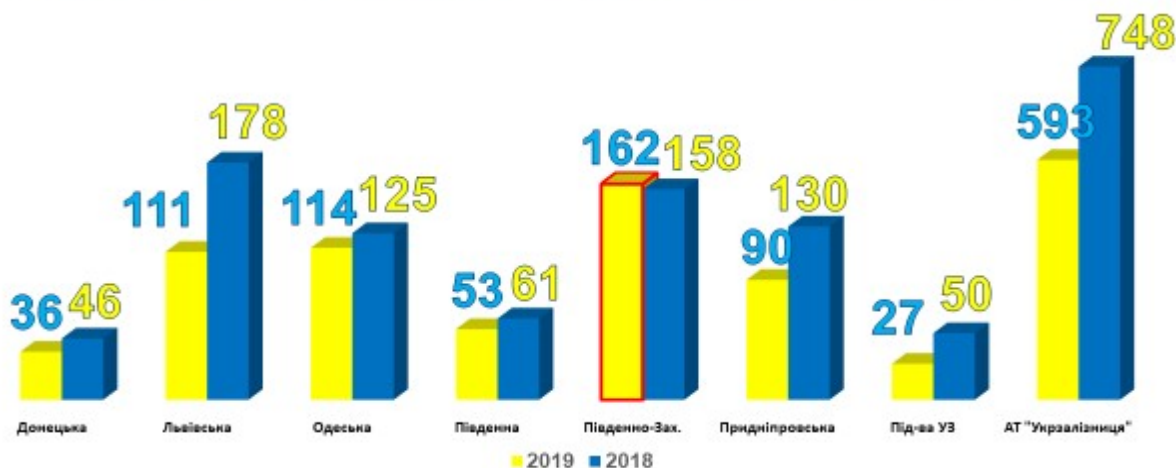
Рис. 2.8. Динаміка кількості транспортних подій у відношенні до обсягів перевезень [93]

У 2019 році на залізничних переїздах і коліях поза переїздами АТ «Укрзалізниця» сталося 70 випадків ДТП, у тому числі 60 випадків на переїздах і 10 – на коліях поза переїздами. Внаслідок ДТП загинуло 15 осіб і 25 травмовано. У порівнянні з 2018 роком кількість ДТП зменшилася на 9 випадків (з 79 до 70), зменшилася також кількість загиблих на 1 особу (з 16 до 15), а кількість травмованих на 5 осіб (з 30 до 25).

Загальну кількість транспортних подій зменшено на регіональних філіях, філіях: Донецька залізниця – на 10 випадків, із 46 до 36; Львівська залізниця – на 67 випадків, із 178 до 111; Одеська залізниця – на 11 випадків, із 125 до 114; Південна залізниця – на 8 випадків, із 61 до 53; Придніпровська залізниця – на 40 випадків, із 130 до 90; Підприємства АТ «Укрзалізниця» – на 23 випадки, із 50 до

27. Загальну кількість транспортних подій збільшено на регіональній філії: Південно-Західна залізниця – на 4 випадки, із 158 до 162;

Кількість транспортних подій допущених з вини працівників регіональних філій АТ «Укрзалізниця» (без травмованих) – за 2019 рік



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.9. Кількість транспортних подій допущених з вини працівників регіональних філій АТ «Укрзалізниця» без травмованих за 2019 рік [93]

Кількість аварій допущених з вини працівників регіональних філій, філій АТ «Укрзалізниця» - за 2019 рік



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.10. Кількість аварій з вини працівників регіональних філій [93]

73 аварії допущено з вини працівників філій АТ «Укрзалізниця», проти 92 випадків у 2018 році. Найбільшу кількість транспортних подій допущено на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» – 162 випадки (27,3%) та

регіональній філії «Одеська залізниця» – 114 випадків (19,2%) від загальної кількості в АТ «Укрзалізниця».



Рис. 2.11. Загальна кількість транспортних подій в АТ «Укрзалізниця»¹ [93]

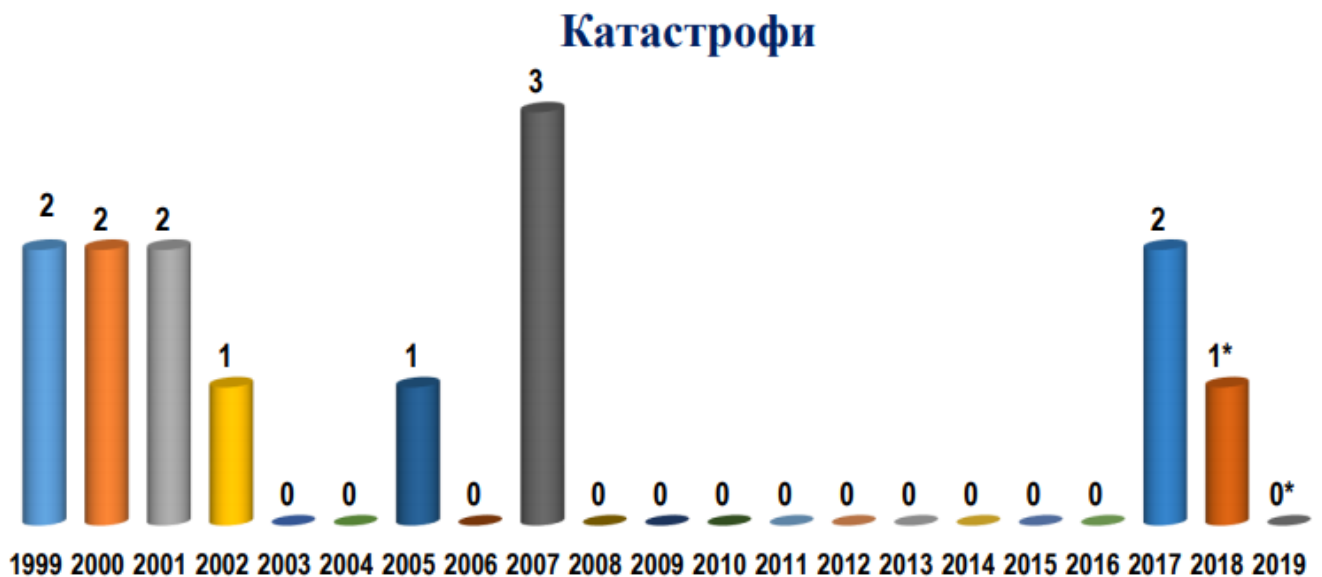


Рис. 2.12. Катастрофи¹ [93]

¹ * - облік транспортних подій в АТ «Укрзалізниця» з 2018 року здійснюється в відповідності до наказу від 03.07.2017 № 235 Мінінфраструктури, в зв'язку з цим змінено форми оперативної та щомісячної звітності про кількість допущених транспортних подій та внесенні зміни до програмного забезпечення АРМ «Транспортні події» що посприяло підвищенню транспортних подій у 2018-2019 році.

Інциденти*



Рис. 2.13. Інциденти¹ [93]

Кількість транспортних подій допущених з вини господарств АТ «Укрзалізниця» – за 2019 рік



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.14. Кількість транспортних подій допущених з вини господарств АТ «Укрзалізниця» за 2019 рік [93]

Збільшено кількість транспортних подій у господарстві: перевезень – з 25 до 28, філії РВК – з 0 до 4; заводі ПВРЗ – з 2 до 4.

У 2019 році кількість аварій зменшилася на 65 випадків (з 626 до 561), кількість пожеж на рухомому складі збільшилась на 2 випадки (з 1 до 3).

Випадки аварій за 2018-2019 роки по класифікації



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.15. Випадки аварій за 2018-2019 роки по класифікації [93]

Зіткнення, сходження, пожежі на рухомому складі по регіональним філіям АТ «Укрзалізниця» за 2019 рік.



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.16. Зіткнення, сходження, пожежі на рухомому складі по регіональних філіям АТ «Укрзалізниця» [93]

Найбільше випадків сходження рухомого складу допущено на регіональній філії «Одеська залізниця» – 17 випадків; найбільше випадків зіткнень рухомого складу допущено на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» – 3 випадки.

Аварії на регіональних філіях по господарствах: «Донецька залізниця» 23 випадки – у вагонному – 1, колії – 2, локомотивному 1, перевезень – 2, травмованих – 17; «Львівська залізниця» 84 випадки – у локомотивному – 2, перевезень – 3, колії – 4, приміських пасажирських перевезень – 2, травмованих – 73; «Одеська залізниця» 86 випадків – у локомотивному – 4, вагонному – 3, перевезень – 8, колії – 3, приміських пасажирських перевезень – 1, травмованих – 67.

Аварії на регіональних філіях

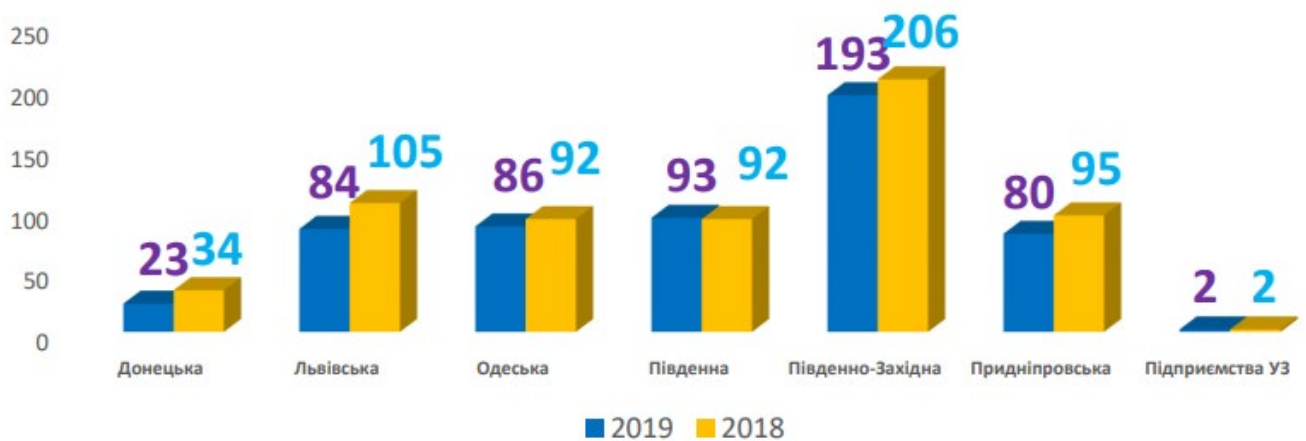


Рис. 2.17. Аварії на регіональних філіях [93]

«Південна залізниця» 93 випадки – у локомотивному – 2, колії – 1, перевезень 1, травмованих – 89; «Південно-Західна залізниця» 193 випадки – у вагонному – 1, перевезень – 6, локомотивному – 3, колії – 1, травмованих – 182; «Придніпровська залізниця» 80 випадків – у локомотивному – 5, перевезень 4, колії – 6; вагонному – 1, електропостачання – 1, травмованих – 63; Філії АТ «Укрзалізниця» 2 випадки – Пасажирська компанія – 1, ПВРЗ – 1.

Кількість аварій у господарствах:

Збільшено: Перевезень – з 16 до 24; Електропостачання – з 0 до 1;

Зменшено: Локомотивному – з 25 до 17; Колії – з 25 до 17; Вагонному – з 14 до 7; Сигналізації та зв'язку – з 1 до 0; Комерційному – з 2 до 0.

На рівні минулого року: Приміських пасажирських перевезень – з 3 до 3; Пасажирському – з 1 до 1. Інших – з 2 до 2.

Інциденти розподілилися наступним чином (рис. 2.18).

У 2019 кількість інцидентів зменшилася на 136 випадків (з 656 до 520). Збільшено кількість інцидентів на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» з 145 до 150.

Протягом 2019 року допущено 537 транспортних подій з пасажирськими та приміськими поїздами (або 49,7 %).

Кількість допущених інцидентів в 2019 році на регіональних філіях, філіях АТ «Укрзалізниця»



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рис. 2.18. Інциденти за регіональними філіями [93]



Рис. 2.19. Розподіл транспортних подій із пасажирськими та приміськими поїздами [93]

Більше всього транспортних подій з пасажирськими та приміськими поїздами допущено на регіональних філіях: «Південно-Західна залізниця» – 211 випадків (39%) та «Одеська залізниця», «Південна залізниця» – по 63 випадки (12%).

За 12 місяців 2019 року допущено 488 випадків травмування (загибелі) сторонніх осіб та працівників АТ «Укрзалізниця», проти 534 осіб у тому числі працівників залізничного транспорту у 2018 році.

Вік травмованих розподілився наступним чином:

Від 0 до 18 років – 26 випадків;

Від 19 до 25 років – 46 випадків;

Від 26 до 59 років – 235 випадків;

Особи старші 59 років – 116 випадків;

Вік не встановлено – 65 випадків.

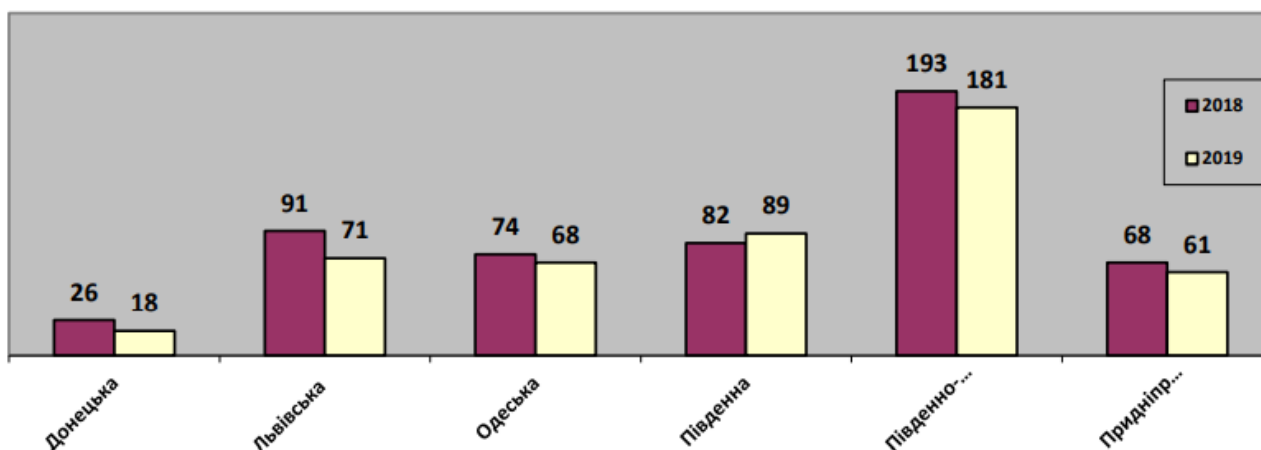


Рис. 2.20. Розподіл транспортних подій за регіональними філіями [93]

Особи, що були травмовані рухомим складом:



Рис. 2.21. Особи, що були травмовані рухомим складом [93]

Травмування за часом доби розподілились наступним чином:

З 4:00 до 07:59 – 60 випадків;

З 08:00 до 16:59 – 157 випадків;

З 17:00 до 21:59 – 163 випадки;

З 22:00 до 03:59 – 108 випадків.

У 2019 році згідно з висновками національної поліції України встановлено 13 випадків суїциду з яких 10 випадків перекласифіковано та знято з обліку, ще у 21 випадку травмування присутні ознаки суїциду і проводиться робота щодо зняття з обліку даних травмувань.

Середній вік осіб, які скоїли суїцид, або були травмовані з ознаками суїциду складає 47 років, а у 4 випадках вік не встановлено.

Кількість травмувань допущених на 1 млн. приведених поїздо-кілометрів за 2019 рік становить 1,9 випадків проти 2,06 за 2018 рік.

Для встановлення контролю за розслідуванням випадків травмування осіб рухомим складом, ЦРБН регіональних філій необхідно встановити контроль за повнотою та своєчасністю розслідування випадків травмувань та співпраці з правоохоронними органами. Особливу увагу приділяти випадкам травмування з ознаками самогубства (суїциду) для вчасного зняття даних випадків з обліку.

Матеріальні збитки від транспортних подій за 2019 рік оцінено у розмірі 2 млн. 898 тис. грн.

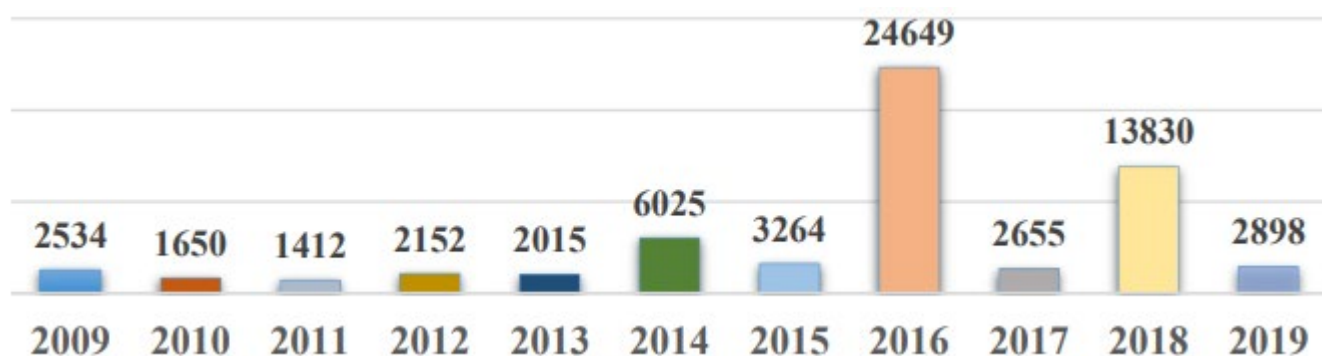


Рис. 2.22. Загальні збитки в АТ «Укрзалізниця» за 2009-2019 роки (тис. грн.) [93]

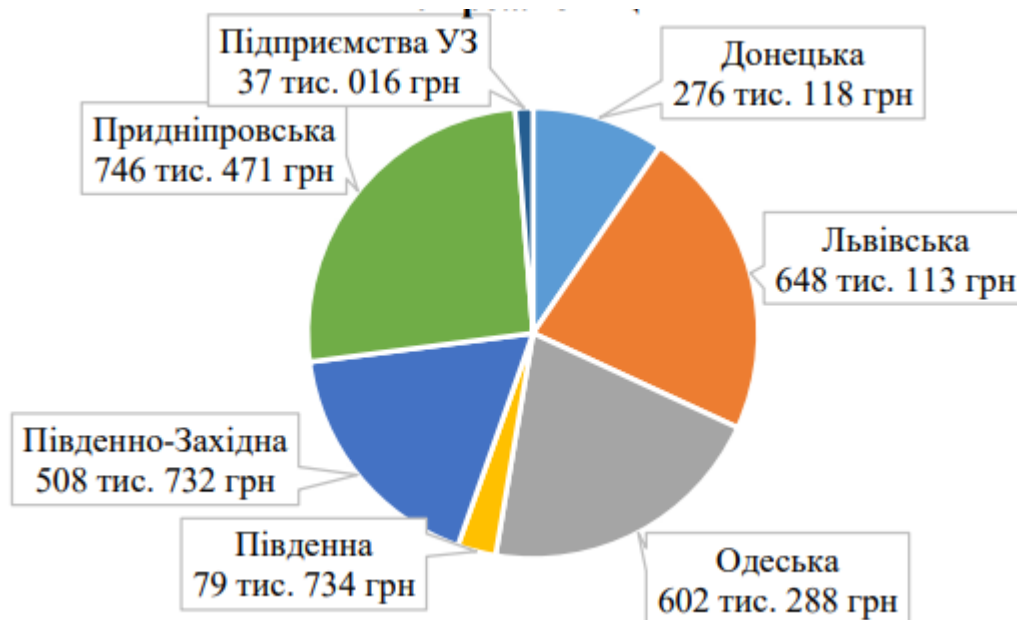


Рис. 2.23. Збитки від транспортних подій за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця» [93]

За порушення вимог нормативних документів з питань безпеки руху за 2019 рік було притягнуто до відповідальності 1169 працівників у т.ч. 567 керівників, із

них звільнено з роботи – 35 працівників у т.ч. 16 керівників, оголошено догани 1021 працівнику у т.ч. 551 керівнику. Крім того, за допущені транспортні події до дисциплінарної відповідальності притягнуто 697 працівників, у т. ч.: звільнено з залізничного транспорту – 6, звільнено від займаних посад – 60, оголошено догани 631 працівнику.

Таблиця 2.8 – Кількість осіб, притягнутих до дисциплінарної відповідальності з питань безпеки руху [93]

	Донецька	Львівська	Одеська	Південна	ПЗЗ	Придніпровська	Підприємства УЗ	За результатами перевірок ЦРБ
Кількість транспортних подій	54	182	182	142	343	151	27	0
Кількість притягнених до відповідальності за транспортні події	60	99	170	70	119	174	5	0
Кількість притягнених до відповідальності за порушення вимог безпеки руху	104	78	52	262	258	410	0	5

Ревізорами з безпеки руху упродовж 2019 року під час проведення перевірок господарств було виявлено більше 232 тисяч недоліків, різноманітних несправностей і відступів від нормативних параметрів під час проведення ремонту рухомого складу, утримання колії, пристроїв електропостачання та СЦБ, проведення оглядів тощо, та видано 9753 ревізорські приписи.

У ході проведеної роботи ревізорами з безпеки руху було вжито заборонні заходи: закрито для руху 810 ділянок колії та 2083 стрілочних переводів на 551 ділянці колії та 256 стрілочних переводах обмежено швидкість руху; заборонено випуск та експлуатацію 1588 комплектів апаратури СЦБ, радіо, ПОНАБ, електропостачання, 251 стенду для перевірки апаратури й обладнання;

призупинено роботу 15 цехів депо та в 69 випадках заборонено виконання планових видів ремонту рухомого складу через низьку якість виконання ремонтних робіт; у 598 випадках скасовано приймання виконаних робіт через низьку якість; у 1179 випадках призначено повторні технічні обслуговування поїздів; у 227 випадках відмінено проведення комісійних оглядів; вилучено з експлуатації: 960 одиниць тягового рухомого складу; 1526 вантажних вагонів; 209 пасажирських вагонів; 278 одиниць спеціального рухомого складу; 699 одиниць автотракторної техніки; повернуто на повторний ремонт: 89 одиниць тягового рухомого складу; 248 вантажних вагонів; 29 пасажирських вагонів; 3 одиниці спеціального рухомого складу; 10 одиниць автотракторної техніки. У 2869 випадках вжито інших заборонних заходів: заборонено експлуатацію вагонних ваг, вагоперевірочних вагонів та вагонів-вагових майстерень, відсторонено працівників від права керування роботами з розміщення вантажу у вагонах тощо.

Незаконні втручання в діяльність залізничного транспорту.

Протягом 2019 року на регіональних філіях допущено 579 випадків незаконних втручань, унаслідок чого затримано 1369 поїздів на 896 годин та при цьому нанесено збитків на суму 7 588,01 тис. грн проти 481 випадку, унаслідок чого затримано 1062 поїзда на 3196 годин та нанесено збитків на суму 7 722,31 тис. грн. за аналогічний період 2018 року.

Незаконні втручання та їх наслідки

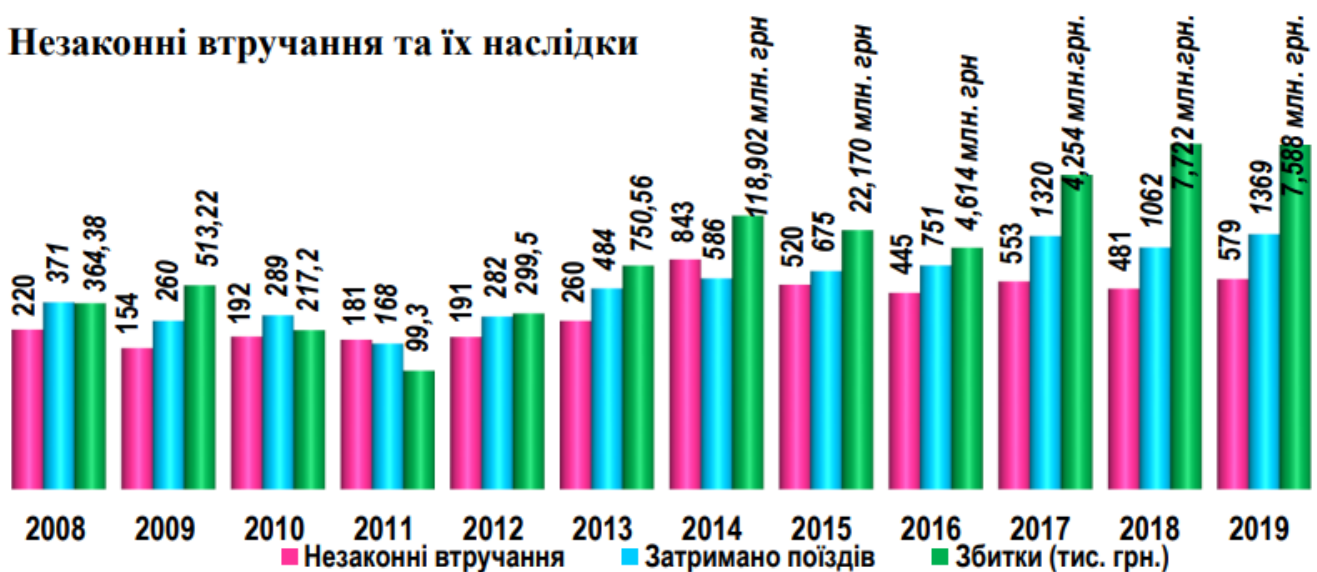


Рис. 2.24. Незаконні втручання та їх наслідки [93]

Протягом 2019 року працівниками регіональних філій і правоохоронних органів отримано 189 повідомлень щодо випадків мінування вокзалів та рухомого складу, які не підтвердилися, проти 53 за аналогічний період 2018 року.

Упродовж 2019 року до правоохоронних органів направлено 256 матеріалів за випадками незаконних втручань, на що отримано 54 відповіді. За скоєні незаконні втручання занесено до єдиного реєстру досудових розслідувань щодо 16 випадків.

Найбільше випадків незаконних втручань допущено на регіональних філіях: Придніпровська – 163 та Південно-Західна – 141, відповідно збитків завдано: Придніпровській – 4 424 тис. грн. та Південно-Західній – 242,90 тис. грн.

Особливу небезпеку становить розкрадання деталей рухомого складу, облаштувань СЦБ, енергетики і зв'язку, матеріалів верхньої будови колії. Протягом 2019 року скоєно 2341 випадок крадіжок, які мають вплив на безпеку руху, завдано збитків на суму 77 159,15 тис. грн., із них відшкодовано 234,82 тис. грн. (0,3 %) проти 4061 випадка крадіжок, допущених за аналогічний період минулого року, при цьому завдано збитків на суму 103931,14 тис. грн.

Найбільше випадків крадіжок сталося на регіональних філіях Одеська – 719, Придніпровська – 508.

Найбільше крадіжок і збитків від них сталося у колійному господарстві – 804 випадки, при цьому збиток склав 30 009,63 тис. грн., у господарстві автоматики, телемеханіки та зв'язку – 704 випадки на суму 18 952,91 тис. грн., у вагонному господарстві – 525 випадків на суму 17 215,71 тис. грн.

За 2019 рік допущено зростання кількості пожеж з 11 випадків до 14 випадків, з яких прийнято до обліку як інциденти 10 випадків та один як аварія, 3 випадки взяті до обліку пожежею.

Внаслідок пожеж пошкоджено:

тепловозів – 8 одиниць, у 2018 році – 7 одиниць;

електровозів – 3 одиниці, у 2018 році – 3 одиниці.

2.3. Організація управління безпекою руху поїздів на залізницях України.

Основною організаційною ланкою на залізничному транспорті, яка здійснює перевезення пасажирів, вантажів, вантажобагажів та пошти у визначеному регіоні та іншу виробничу діяльність є залізниця.

Робота щодо забезпечення безпеки руху поїздів на залізницях, дирекціях залізничних перевезень, станціях і в інших структурних підрозділах організована та проводиться згідно Положення про Систему управління безпекою руху поїздів, що розробляються на кожній залізниці та вводяться наказом начальника залізниці.

Управління безпекою руху поїздів здійснює:

- у межах залізниці – начальник залізниці;
- у межах дирекції залізничних перевезень – начальник дирекції;
- у межах структурного підрозділу – начальник підрозділу.

Координація діяльності заступників начальника залізниці, начальників служб і відокремлених структурних підрозділів залізниці з питань безпеки руху поїздів і автотранспорту покладена на перших заступників начальника залізниці. Впровадження новітніх технологій, технічних засобів, автоматизації процесу керування рухом поїздів і вагонопотоків, розроблення технічних заходів щодо забезпечення нормативного рівня безпеки руху поїздів забезпечує головний інженер залізниці.

Організацію та забезпечення роботи з безпеки руху поїздів на залізниці здійснюють оперативні служби залізниці у межах своєї компетенції. Для цього у кожній оперативній службі призначають помічника начальника служби з безпеки руху поїздів, а в службі комерційної роботи та маркетингу – заступника начальника служби – дорожнього комерційного ревізора. У структурних підрозділах залізниці призначають відповідальних працівників із безпеки руху поїздів. З метою виконання завдань щодо забезпечення державного нагляду за безпекою руху на залізницях створено апарати Головного ревізора з безпеки руху поїздів і автотранспорту, який за статусом прирівнюється до служби залізниці. Основними задачами апарату Головного ревізора з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці є:

- контроль (нагляд) за роботою всіх підрозділів залізниці щодо забезпечення безпеки руху поїздів і автотранспорту;
- аналіз стану з безпеки руху в службах, дирекціях залізничних перевезень та структурних підрозділах залізниці;
- нагляд за технічним станом рухомого складу, технічних засобів та іншого залізничного обладнання;
- контроль за виконанням заходів щодо вдосконалення технологічних процесів і впровадження більш досконалих видів технічних засобів, механізмів, засобів контролю та вимірювання;
- контроль (нагляд) за організацією технічного навчання працівників залізниці, які пов'язані з рухом поїздів і автотранспорту, організація перевірки знань ПТЕ та інших нормативних актів з безпеки руху поїздів і автотранспорту;
- узгодження розроблених на залізниці правил, інструкцій, технологічних процесів, технічних умов та інших нормативних документів, які регламентують вимоги з безпеки руху до технічного стану рухомого складу, пристроїв і обладнання, а також виконання.

Робота залізничного транспорту як складної системи неминуче пов'язана з виникненням нестандартних та аварійних ситуацій, які виникають під впливом дестабілізуючих зовнішніх та внутрішніх факторів.

Нестандартні та аварійні ситуації під час руху поїздів і під час виконання маневрової роботи викликаються різними причинами, зокрема: порушеннями графіку руху поїздів; порушеннями роботи пристроїв СЦБ і зв'язку; порушеннями в роботі під час ліквідації наслідків транспортних подій; ускладненнями поїзної обстановки; виходом рухомого складу за граничні стовпчики; рухом поїзду, в якому втрачено управління автогальмами; зупинкою поїзда на перегоні із загрозою самовільного його руху у напрямку станції відправлення; закриттям пристроїв СЦБ для виконання ремонтних робіт; виконанням будівельно-ремонтних робіт на коліях та інших пристроях станції чи перегону; раптовим пошкодженням пристроїв контактної мережі, відсутністю струму в контактній мережі; пропуском пасажирських поїздів дільницями, не передбаченими розкладом руху поїздів; сходом вагонів на перегоні з

виходом за габарит; виявленням несправності на шляху прямування поїзда; іншими причинами.

В теорії безпеки руху поїздів [59] виділяють роботоспроможний стан транспортної системи, коли значення всіх параметрів та показників якості перевізного процесу знаходяться в межах встановлених в нормативно-технічній, або конструкторській та технологічній документації; нероботоспроможний безпечний стан – нероботоспроможний стан при якому не виникають поражаючі фактори; нероботоспроможний небезпечний стан, коли виникають поражаючі фактори; захищений стан, стан який реалізується транспортною системою в нероботоспроможному безпечному стані перехід якого в нероботоспроможний небезпечний стан під впливом відмов технічних засобів виключено із ймовірністю, встановленою нормативно-технічною, конструкторською чи технологічною документацією. Переведення процесу перевезень в нестандартних та аварійних ситуаціях у захищений стан забезпечує оперативно-диспетчерський апарат господарства перевезень залізниць. Порядок дій працівників господарства перевезень при виникненні нестандартних та аварійних ситуаціях регламентується [81].

Усі транспортні події підлягають обов'язковому обліку. Порядок обліку транспортних подій на залізниці регламентується [76, 77, 78].

Катастрофи та аварії розслідуються залізницями, дирекціями залізничних перевезень, підприємствами та структурними підрозділами залізничного транспорту за місцем їх скоєння, територіально.

Основним документом для обліку катастроф, аварій та серйозних інцидентів є перший примірник акта службового розслідування форми РБУ-1. На основі акта форми РБУ-1 в апараті Головного ревізора з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці складається облікова картка форми РБУ-6 у трьох примірниках. Основним документом для обліку інцидентів та порушень у поїзній і маневровій роботі є перший примірник акта службового розслідування форми РБУ-3. На основі актів РБУ-1, РБУ-3 і матеріалів службового розслідування у структурних підрозділах, дирекціях залізничних перевезень, службах залізниці, залізницях, об'єднаннях і підприємствах, що є підпорядкованими Укрзалізниці, апаратах Головного ревізора з безпеки руху

поїздів і автотранспорту дільниць залізниці усі транспортні події заносяться до Книги обліку транспортних подій форми РБУ-7.

Облік транспортних подій, які пов'язані з перевезенням небезпечних вантажів, окрім наведеного вище, ведуть у Журналі реєстрації транспортних подій з небезпечними вантажами фахівці служби комерційної роботи та маркетингу.

Ревізори з безпеки руху поїздів по господарствах залізниці ведуть окремо облік інцидентів і порушень за структурними підрозділами, з вини яких вони були скоєні та за причинами згідно з Положенням про класифікацію.

У господарствах перевезень, вагонному, колійному, сигналізації та зв'язку, електропостачання, комерційної роботи транспортні події враховуються за місцем скоєння – територіально. В господарстві комерційної роботи, у випадку якщо порушені Технічні умови навантаження або випадок інциденту чи серйозного інциденту допущено через наявність залишку вантажу, інцидент чи серйозний інцидент враховується відповідно за станцією навантаження або станцією, де виконувалося розвантаження вагону. В локомотивному господарстві транспортні події враховуються за депо приписки локомотивних бригад, а в пасажирському – за місцем приписки вагонів. Звіт про ці транспортні події складається за формою РБ-2.

При територіальному врахуванні транспортних подій обов'язково в обліку проводиться розподіл за заводами, структурними підрозділами і службами залізниць України, з вини чиїх працівників вони трапилися.

Випадки серйозних інцидентів, інцидентів і порушень, які сталися з вини господарств інших залізниць (а саме: пасажирського, локомотивного та комерційної роботи) на залізниці, структурними підрозділами, службами та ревізорськими апаратами залізниць і дільниць залізниць урахуються в Книзі обліку транспортних подій форми РБУ-7А і до звітності за формою РБ-2 не включаються. При цьому, Головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці надає телеграму на адресу Головного ревізора з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці та дільниці залізниці, з вини якої сталася транспортна подія, про надіслання матеріалів розслідування та прийняття транспортної події до обліку, а копію телеграми – до

відповідного Головного управління та Головного управління безпеки руху й екології Укрзалізниці.

Катастрофи, аварії, серйозні інциденти, інциденти та порушення, причинами яких є порушення вимог нормативних актів з боку працівників декількох господарств, беруться до обліку службою у господарстві, де допущено основну причину, з якої сталася транспортна подія.

Порядок розслідування транспортних подій на залізниці регламентується [79]. Розслідування проводить комісія, яка створюється наказом керівника органу, що його проводить. У наказі зазначається склад комісії, терміни проведення розслідування, дії працівників, що беруть участь у розслідуванні, порядок оформлення результатів, терміни та порядок подання матеріалів. Під час розслідування катастроф та аварій в обов'язковому порядку з'ясовуються технічні, організаційні та психофізіологічні (людські) причини.

Для розслідування катастроф, аварій і серйозних інцидентів наказом начальника залізниці призначена постійно діюча комісія, до складу якої залучаються заступники начальника залізниці по господарствах, заступник начальника залізниці – Головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці, начальники служб або їх заступники, начальник дирекції залізничних перевезень, Головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту дільниці залізниці, відповідні ревізори з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці та дільниці залізниці, начальники структурних підрозділів залізниці. Участь у розслідуванні приймають також керівники і фахівці відповідних Головних управлінь та управлінь Укрзалізниці.

Очолює розслідування катастроф, аварій і серйозних інцидентів – начальник залізниці або особа, що виконує його обов'язки.

Для розслідування інцидентів наказом начальника дирекції залізничних перевезень призначається постійно діюча комісія. До складу комісії залучаються Головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту дільниці залізниці, начальники структурних підрозділів залізниці, ревізори з безпеки руху поїздів і автотранспорту дільниці залізниці. Беруть участь у розслідуванні керівники та фахівці управління залізниці, ревізори з безпеки руху поїздів і автотранспорту

залізниці. Очолює розслідування інцидентів начальник дирекції залізничних перевезень.

Порушення безпеки руху розслідуються керівниками відповідних структурних підрозділів залізниці за участю ревізорів з безпеки руху поїздів і автотранспорту дільниць залізниці.

Катастрофи та аварії розслідуються залізницями, дирекціями залізничних перевезень, підприємствами та структурними підрозділами залізничного транспорту за місцем їх скоєння, територіально.

Транспортні події, які виникли з вини працівників залізниць та підприємств інших держав, розслідують територіально за місцем їх скоєння згідно з «Инструкцией о порядке совместных действий железных дорог государств-участников Содружества Независимых Государств, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики по служебному расследованию нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе» [40] і враховують окремо господарствами, дирекціями залізничних перевезень, залізницями, управліннями та головними управліннями Укрзалізниці відповідно до класифікації транспортних подій.

Під час службового розслідування з'ясовуються всі обставини, через які відбулась транспортна подія, їх причини, наслідки та виявлені винні у цьому особи. На підставі матеріалів розслідування та проведених під час розслідування позачергових перевірок або технічних ревізій з питань безпеки руху у структурних підрозділах або службах залізниць розробляються та здійснюються заходи щодо запобігання та недопущення повторення подібних порушень із пропозиціями щодо покращення стану безпеки руху.

Рішення щодо остаточної класифікації та причин транспортних подій приймається начальником Головного управління безпеки руху та екології – Головним ревізором з безпеки руху поїздів і автотранспорту Укрзалізниці.

Передача інформації про транспортні події та подальші дії працівників, які беруть участь в організації їх службового розслідування, здійснюються у відповідності до [75].

Матеріали розслідування катастроф, аварій і серйозних інцидентів, незалежно від наслідків, готуються до розгляду відповідною службою залізниці та розглядаються начальником залізниці з викликом причетних працівників. Своєчасність розслідування та повноту матеріалів контролює Головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту залізниці.

Аналіз безпеки руху залізничного транспорту країн, що реформували свою організаційну структури вказує на суттєве погіршення стану безпеки руху на перших етапах реформування. Найбільш показовим прикладом є залізниці Великобританії [56], де після приватизації інфраструктури залізниць через кілька років відбулися 4 значні катастрофи, які призвели до великих збитків та судових розслідувань. В решті-решт уряд країни заборонив компанії розпоряджатися прибутками та дивідендами і значну їх частину направив на удосконалення безпеки руху поїздів.

Основною умовою високої якості експлуатаційної діяльності залізниць є їх безперебійна та безаварійна та безаварійна робота. Забезпечення цієї вимоги ґрунтується на цілому ряді нормативно-правових актів, що регламентують вимоги до безпечного функціонування залізничного транспорту.

Державне регулювання питань безпеки руху поїздів регламентується відповідними Законами України «Про залізничний транспорт», «Про транспорт», «Про перевезення небезпечних вантажів», «Статут залізниць України», «Про ліцензування певних видів господарської діяльності».

Так, відповідно статті 12 Закону «Про транспорт» підприємства транспорту зобов'язані забезпечувати крім інших функцій ще й якісне і своєчасне перевезення пасажирів та вантажів; виконання державних завдань (контрактів) щодо забезпечення потреб оборони і безпеки України; безпеку перевезень; безпечні умови перевезень; запобігання аваріям і нещасним випадкам, усунення причин виробничого травматизму; охорону навколишнього природного середовища від шкідливого впливу транспорту. В свою чергу згідно зі ст. 11 Закону «Про залізничний транспорт» залізниці та підприємства залізничного транспорту загального користування забезпечують безпеку життя і здоров'я громадян, які користуються його послугами, а також безпеку руху поїздів, охорону навколишнього природного середовища згідно з

чинним законодавством України. Цією ж статтею дається визначення терміну «безпеки руху поїздів», що є комплексом організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безаварійної роботи та утримання в постійній справності залізничних споруд, колій, рухомого складу, обладнання, механізмів і пристроїв. В цілому загальні положення щодо забезпечення безпеки руху на залізницях України знайшли своє відображення в пакеті документів з реформування залізничного транспорту, який ураховує структурні зміни в управлінні залізничної галузі в цілому та управлінні безпекою руху.

В цілому ряді нормативно-правових актів також відображаються питання безпеки руху поїздів, основним з них є Положення про систему управління безпекою руху поїздів (СУБРП). Сутність СУБРП полягає в виконанні комплексу взаємопов'язаних організаційних, технічних економічних та соціально-психологічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки руху. Відповідно до нього головною метою системи управління безпекою руху поїздів є убезпечення перевезення пасажирів та вантажів залізничним транспортом, а головним завданням цієї системи є систематизація роботи з безпеки руху, підвищення її ефективності та цілеспрямованості шляхом раціонального і планомірного використання всіх організаційних економічних та технічних можливостей «Укрзалізниці».

Відповідно до Положення на кожному рівні управління безпекою руху поїздів вирішуються такі основні завдання:

- убезпечення перевезень;
- убезпечення рухомого складу;
- убезпечення об'єктів інфраструктури;
- убезпечення персоналу;
- забезпечення професійного добору за окремими спеціальностями;
- організація навчання з питань безпеки руху.

Взагалі функціонування системи управління безпекою руху поїздів на залізничному транспорті регламентується більше 100 нормативних документів, які складають основу зазначеної системи. Перелік нормативних документів, крім загальних, включає в себе і суто спеціалізовані, які стосуються технічного стану

рухомого складу та елементів інфраструктури залізничного транспорту, а також стандарти якості та сертифікації продукції для потреб залізниці.

У кожному господарстві залізничного транспорту діють переліки нормативної документації, які регламентують норми та порядок технічної експлуатації і ремонту рухомого складу та інфраструктури, порядок дій причетних працівників, що організовують перевезення та інші регламенти направлені на забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті. До того ж, на кожній залізниці діє цілий ряд інструкцій, що зумовлюють безпечну роботу залізничного транспорту в умовах роботи кожного підрозділу.

3. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

3.1. Загальні принципи, критерії та методи визначення економічної ефективності заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів

Як відомо, під економічною ефективністю певних заходів розуміють співвідношення результатів цих заходів з витратами на їх отримання [28, ст. 7–12]. Вище відзначається, що з точки зору оцінки економічної ефективності заходи, спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів, доцільно розглядати як інвестиційні проекти.

У загальному випадку проблема оцінки ефективності інвестицій виникає перед потенційним інвестором, тобто тим господарчим суб'єктом, у розпорядженні якого знаходяться капітал, інвестування якого може принести їх власникові певну вигоду, яка може бути визначена як ступінь досягнення цілей, що стоять перед інвестором та визначаються його потребами. При цьому в умовах функціонування ринкової економіки цілі, що стоять перед первинними господарчими суб'єктами і суспільством в цілому, різні.

Відмінність цілей функціонування цих суб'єктів вимагає виділення, принаймні, двох видів критеріїв ефективності їх діяльності:

локальні критерії ефективності діяльності первинних господарчих суб'єктів, які у рамках заданих зовнішніх обмежень прагнуть до отримання найбільшої вигоди у довгостроковій перспективі;

глобальний критерій ефективності діяльності всієї економічної системи, який повинен лежати в основі державної політики, направленої на динамічний розвиток усього суспільства.

Наявність двох груп суперечливих критеріїв вимагає використання різних методів оцінки ефективності інвестицій, які можна розділити на макро- і мікроекономічні [73, ст. 28].

Макроекономічний критерій повинен враховувати усі наслідки реалізації інвестиційного проекту, як безпосередньо економічні у суб'єкта господарської діяльності, що здійснює проект, галузі, до якої він належить, так і суб'єктів, що взаємодіють з ним, і галузей, економіці в цілому, але і позаекономічні (соціальні, екологічні тощо). Оцінка багатообразних результатів повинна виконуватись не тільки у вартісній формі, але, і, коли результати невимірні у вартісній формі, за допомогою натуральних або якісних оцінок.

Мікроекономічний критерій повинен відображати господарські інтереси безпосередніх учасників інвестиційного процесу у стратегічній перспективі. У світовій практиці широке розповсюдження придбав критерій, заснований на аналізі вхідних і вихідних грошових потоків суб'єкта, що здійснює інвестиції, з урахуванням різної значущості грошових сум, надходження (витрачання) яких очікується у різні моменти часу.

Сучасні методи оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів засновані на певних принципах, які можуть бути умовно поділені на дві групи [26, ст. 38]:

- методологічні – найбільш загальні, такі, що відносяться до концептуальної сторони даного питання і мало залежні (або не залежні) від специфіки інвестиційного проекту;

- методичні – безпосередньо пов'язані з проектом, його специфікою.

Методологічні принципи включають [26, ст. 40–44; 65, ст. 38–39]:

- результативність проекту. Означає, що ефект від його здійснення позитивний, тобто оцінка сукупності отримуваних результатів перевищує витрати, необхідні для реалізації проекту. Мова йде про виконанні умови абсолютної ефективності. У разі наявності декількох альтернативних варіантів повинен здійснюватися той, у якого ефект максимальний;

- результати і витрати повинні визначатися на основі зіставлення ситуацій "з проектом" і "без проекту";

- адекватність і об'єктивність. Обумовлюють необхідність при оцінці результатів і витрат забезпечити правильне відображення структури і характеристик

об'єкту, стосовно якого розробляється проект. При цьому необхідно враховувати об'єктивно властиву майбутньому невизначеність;

– коректність означає, що методи оцінки ефективності повинні задовольняти певним загальним формальним вимогам, до яких належать: монотонність (при збільшенні результатів і зменшенні витрат оцінка проекту за інших рівних умов повинна підвищуватися), симетричність (при зіставленні двох проектів порівняльна величина переваг одного з них повинна співпадати з величиною недоліків іншого), транзитивність (якщо перший проект краще другого, а другий краще третього, то перший повинен бути краще третього), адитивність (ефект деякого i -го проекту у порівнянні з k -м рівний сумі ефектів i -го проекту у порівнянні з j -м і j -го проекту в порівнянні з k -м);

– системність. Відображає необхідність враховувати, що проект впливає на складну соціально-економічну систему, тому при його реалізації можуть мати місце не тільки внутрішні, але й зовнішні та синергетичні ефекти. Потрібно враховувати найважливішу властивість системи – емерджентність, яка обумовлює нерівність сукупного ефекту від комплексу заходів і суми ефектів від роздільного їх проведення;

– комплексність. Вимагає розглядати процес реалізації інвестиційного проекту і оцінки його ефективності як складний процес з різними фазами здійснення та стадіями його оцінки. Потребує урахування витрат і результатів за проектом протягом усього його життєвого циклу, а також урахування не тільки економічних, але і позаекономічних (соціальних, екологічних тощо) наслідків реалізації проекту.

– обмеженість ресурсів відбиває необхідність при оцінці ефективності проектів виходити з обмеженості всіх видів відтворних і невідтворних ресурсів (економічних благ). Звідси необхідно враховувати відповідні плати за їх використання. Величина витрат, за якою оцінюється кожен задіяний у проекті ресурс, повинна включати і упущену вигоду, пов'язану з можливим його альтернативним використанням. Тим самим результат оцінки проекту відобразить не бухгалтерський (прибуток), а економічний ефект. Тому нульова оцінка ефекту при реалізації проекту свідчить не про його неефективність, а показує, що ресурси використовуються не гірше (але і не краще), ніж у альтернативних варіантах;

– необмеженість потреб. Цей принцип указує, що наявні обмежені ресурси потенційно можуть знайти ефективне застосування, оскільки загальна потреба у ресурсах необмежена.

Виділяють наступні основні методичні принципи [26, ст. 44–50; 65, ст. 38–39]:

– специфіка проекту і його "оточення" визначає склад конкретних показників ефективності, їх структуру, способи їх синтезу. Важливо також враховувати особливості організаційно-економічного механізму, що діє, та його вплив на оцінку ефективності варіантів проекту різними учасниками.

– наявність певних протиріч у цілях та інтересах учасників проекту та суспільства зумовлює різне відношення до пріоритетності різних варіантів проекту. Звідси витікає необхідність оцінки ефективності проекту з позицій кожної зацікавленої сторони. Причому не тільки позиції, але і початкові параметри і методи, а отже, і результати оцінки у них можуть бути різними.

– динамічність процесів, пов'язаних з реалізацією проекту, означає, що структура і характеристики вхідних у нього об'єктів не залишаються постійними, а варіюються у часі. Зокрема, мінливими є величини витрат і результатів. Помітний вплив на їх динаміку чинять інфляційні процеси;

– нерівноцінність різночасних витрат і результатів. При підсумовуванні витрат і результатів за який-небудь період відповідні величини грошового потоку повинні бути приведені до порівняного вигляду – до єдиного моменту часу. Це зазвичай здійснюється шляхом дисконтування, що враховує відносне зменшення значущості грошових потоків при їх віддаленні у часі.

– принцип узгодженості. При оцінці ефективності проекту показники і інформація повинні узгоджуватися за рядом умов, зокрема ієрархічно, за часом, цілі, структурі тощо. Початкова інформаційна база, точність і методи визначення як вартісних, так і натуральних показників по варіантах повинні бути однаковими. Вартісні показники по варіантах необхідно визначати у однаковому рівні цін. Показники вибору інвестиційних рішень повинні бути однотипними по варіантах і охоплювати усю сукупність економічних, соціальних, екологічних (а при необхідності політичних і оборонних) чинників, що розрізняються по варіантах;

– обмежена керованість. При оцінці ефективності інвестицій як елементи грошових потоків виступають лише майбутні притоки і відтоки, оскільки минулі події управлінню не піддаються;

– субоптимізація означає попередню (до оцінки проекту) оптимізацію його параметрів;

– неповнота інформації зустрічається на будь-яких стадіях розробки і оцінки проекту і виражається зазвичай в термінах невизначеності і ризику;

– урахування структури капіталу. Як правило, задіяний у проекті капітал не буває однорідним: зазвичай частина його – власний, а частина – позиковий. Ці види капіталу істотно розрізняються за рядом характеристик, перш за все ступенем ризику. Тому структура капіталу є важливим чинником, що впливає на оцінку ефективності інвестицій.

Критерії та показники оцінки економічної ефективності інвестицій, у тому числі й у заході із забезпечення безпеки руху поїздів, ґрунтуються на наведених вище принципах. Показники ефективності інвестицій класифікують за такими ознаками:

1. За рівнем цілей інвестора виділяють показники суспільної, бюджетної та комерційної ефективності. Показники суспільної ефективності враховують результати і витрати, які виходять за межі прямих фінансових інтересів учасників інвестиційних проектів. При розрахунку витрат у цьому випадку визначаються одноразові і поточні витрати усіх учасників проекту. Витрати розраховуються за підприємствами-учасниками без повторного урахування одних і тих самих витрат, а також без урахування витрат одних учасників у складі витрат інших. Розрахунки показників суспільної ефективності здійснюються з урахуванням прямих, супутніх, сполучених і інших витрат. Показники бюджетної ефективності відображають фінансові наслідки реалізації інвестиційних проектів для державного або місцевих бюджетів. Визначаються з урахуванням перевищення доходів відповідного бюджету над витратами. Показники комерційної ефективності враховують фінансові наслідки реалізації інвестиційних проектів для їх безпосередніх учасників. Комерційна ефективність може розраховуватися як для проекту в цілому, так і для окремих учасників [30, ст. 37]. При розрахунку комерційної ефективності грошові потоки

включають [65, ст. 43]:

– від інвестиційної діяльності: витрати на придбання (будівництво) основних фондів, поповнення (вивільнення) оборотних активів тощо;

– від операційної діяльності: доходи від реалізації продукції (робіт, послуг), позареалізаційні доходи і витрати, експлуатаційні витрати без амортизаційних відрахувань, податки і обов'язкові платежі тощо;

– від фінансової діяльності: надходження та погашення кредитів, виплата відсотків по кредитах і борговим цінним паперам, отримання дивідендів по пайовим цінним паперам тощо.

2. Залежно від результатів і витрат, що враховуються, розрізняють показники економічної, фінансової, ресурсної, соціальної і екологічної ефективності. Показники економічної ефективності враховують у вартісному виразі усі види результатів і витрат, обумовлені реалізацією інвестиційного проекту. Показники фінансової ефективності враховують тільки фінансові наслідки реалізації проекту. Показники ресурсної ефективності відображають вплив інвестицій на об'єм виробництва і споживання певного виду ресурсів. Показники соціальної ефективності враховують соціальні результати реалізації проекту, показники екологічної ефективності – вплив проекту на навколишнє середовище [30, ст. 38]. Тобто, показники економічної ефективності є узагальнюючими, такими, що поєднують у собі та відбивають усі види ефектів, які характеризують проект з різних сторін.

3. Залежно від періоду до урахування результатів і витрат розрізняють показники ефективності за життєвий цикл і показники річної (крокової) ефективності [30, ст. 38]. Слід зазначити, що чистий дисконтований дохід, внутрішня норма доходності, індекс доходності інвестицій, динамічний термін окупності, модифіковані приведені витрати є показниками за життєвий цикл. До показників річної ефективності відносяться коефіцієнт абсолютної ефективності та приведені витрати, що застосовуються у Методиці [98].

4. Залежно від мети використання показники ефективності поділяють на: показники загальної (абсолютною) і порівняльної ефективності. Показники загальної ефективності визначаються з урахуванням загального обсягу інвестиційних витрат та

результатів. Показники порівняльної ефективності визначаються тільки за частиною витрат та результатів, які відрізняються за варіантами інвестування. Показники загальної і порівняльної ефективності доповнюють один одного, оскільки варіант інвестування, вибраний за допомогою показників порівняльної ефективності, повинен мати необхідну абсолютну ефективність [65, ст. 45–46].

З наведеного вище випливає, що заходи із забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів повинні оцінюватись за показниками загальної суспільної економічної ефективності, які визначаються на життєвий цикл. Основними з таких показників є чистий дисконтований дохід, внутрішня норма доходності, індекс доходності та динамічний термін окупності.

Чистий дисконтований дохід (або інтегральний ефект, чиста поточна вартість, чиста приведена вартість, чиста сучасна вартість, Net Present Value) визначається як різниця між поточною вартістю чистих результатів інвестування та поточною вартістю інвестиційних витрат за увесь життєвий цикл інвестицій. Критерієм ефективності є не негативна величина показника. Якщо цей показник більший або дорівнює 0, це означає що ефективність інвестицій у проект, що розглядається, не менша ніж у альтернативних варіантах інвестування, за якими встановлена норма дисконту. Тобто, цей показник одночасно характеризує як ефективність інвестицій (хоча й дещо опосередковано), так і розмір їх ефекту. Чистий дисконтний дохід визначається за формулою

$$V_{NPV} = \sum_{t=0}^T \frac{P_t - I_t}{(1 + R)^t}, \quad (2.9)$$

де V_{NPV} – чистий дисконтований дохід, грн;

P_t – результати інвестиційного проекту у році t (сумарний поточний ефект відповідного року, до утворення якого призводить інвестування), грн;

I_t – інвестиції у відповідному році, грн;

R – норма дисконту, долі;

T – тривалість життєвого циклу інвестицій, років.

Внутрішня норма доходу є безпосереднім показником ефективності. Вона

визначається як норма дисконту, за якою чистий дисконтований дохід інвестицій дорівнює нулю. Тобто вона є нормою доходу, за якою ефективність інвестицій, що розглядаються, точно відповідає ефективності варіанту інвестування, за яким визначено норму дисконту. Тобто вона відбиває норму доходу (а отже і ефективність), що забезпечує проект, який розглядається. Критерієм ефективності за цим показником є перевищення внутрішньої норми доходу норми дисконту, яку прийнято для цього проекту (тобто мінімальної норми доходу, яка з точки зору інвестора компенсує усі ризики участі у проекті і є для нього прийнятною). Внутрішня норма доходу визначається вирішенням рівняння

$$\sum_{t=0}^T \frac{P_t - I_t}{(1 + X/100)^t} = 0, \quad (2.10)$$

де X – внутрішня норма доходу, %.

Індекс доходності – це співвідношення поточної вартості чистих результатів інвестування з поточною вартістю інвестиційних витрат. Критерієм ефективності є перевищення цим показником одиниці. Показник визначається за формулою

$$K_{ID} = \frac{\sum_{t=0}^T P_t \cdot (1 + R)^{-t}}{\sum_{t=0}^T I_t \cdot (1 + R)^{-t}}, \quad (2.11)$$

де K_{ID} – індекс доходності, разів.

Динамічний термін окупності відбиває період часу, упродовж якого накопичена чиста поточна вартість інвестиційного проекту стає і надалі залишається ненегативною. Критерієм ефективності є перевищення загального терміну життєвого циклу інвестицій над динамічним терміном окупності. Останній визначається за формулою:

$$\sum_{t=0}^{T_0} \frac{P_t - I_t}{(1 + R)^t} \geq 0, \quad (2.12)$$

де T_0 – динамічний термін окупності, років.

Таким чином, за усіма чотирма наведеними вище критеріями ефективності інвестицій за ефективні або неефективні будуть прийняті однакові інвестиційні

проекти. Різниця між оцінками проектів за вказаними показниками впливає при їх ранжуванні за ступенем пріоритетності. Але, основним показником, за яким доцільно ранжувати інвестиційні проекти, є чистий дисконтований дохід, оскільки він відбиває як ефективність, так і абсолютний розмір ефекту інвестицій, тобто враховує масштабність інвестиційного проекту.

Для відбору найбільш ефективного варіанту серед декількох конкуруючих варіантів, які призводять до однакових результатів, доцільно використовувати показник – модифіковані приведені витрати. При цьому, при варіанти заходів із забезпечення та підвищення безпеки руху можуть бути розглянуті як із суспільної, так і з комерційної точок зору. Модифіковані приведені витрати можуть бути визначені за формулою

$$B_{n,m} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t \cdot (1 - \gamma) - A_t \cdot \gamma + I_t}{(1 + R)^t}, \quad (2.13)$$

де $B_{n,m}$ – модифіковані приведені витрати за життєвий цикл інвестицій, грн;

B_t – поточні (експлуатаційні) витрати у році t без урахування амортизаційних відрахувань, грн;

A_t – амортизаційні відрахування податкового обліку у році t , грн;

γ – ставка податку на прибуток, долі.

При визначенні модифікованих приведених витрат суспільної ефективності оподаткування прибутку не приймається до уваги ($\gamma = 0$).

Критерієм відбору варіанта інвестування є мінімізація модифікованих приведених витрат.

Важливим питанням при оцінці ефективності інвестиційного проекту є визначення меж розрахункового періоду, у межах якого здійснюється дисконтування вартісних показників, і розбиття цього періоду на підперіоди (кроки).

Часто у якості підперіоду приймається рік, рідше – квартал. Ю. Ф. Кулаєв [65, ст. 46] зазначає, що для заходів, що вимагають значних інвестицій, з високим терміном служби об'єктів, як крок доцільно приймати рік. Для заходів, термін життєвого циклу яких становить 2-3 року, за крок доцільно приймати квартал.

Раціональна величина тривалості розрахункового періоду (горизонту розрахунку, періоду прогнозування) залежить від ряду чинників: терміну служби основних фондів, характеру заходів щодо етапного посилення потужності об'єктів, точності техніко-економічної інформації на перспективний період, термінів досягнення планованих результатів, термінів споруди об'єктів, вимог інвесторів. Однак, для усіх інвестиційних варіантів, що порівнюються, тривалість розрахункового періоду, розрахунковий, початковий і кінцевий його кроки повинні бути прийняті однаковими.

Б. О. Волков [30, ст. 63] рекомендує у тих випадках, коли термін служби об'єктів або період, за межами якого технічні параметри і умови експлуатації по порівнюваних варіантах будуть однаковими, не дуже великий (менше 15 років), верхню межу розрахункового періоду (тк) приймати рівною цьому періоду часу. Проте у тій же роботі він відзначає, що на залізничному транспорті часто доводиться порівнювати інвестиційні варіанти з невизначено великим терміном служби об'єктів і з невідомим періодом приходу об'єктів у стабільний стан. Надалі Б. О. Волков [30, ст. 63–64] вказує, що обґрунтування значення тривалості розрахункового періоду можна виконувати виходячи з того, що інформація, яка використовується у розрахунках, має певну точність. Тому підсумовування дисконтованих грошових сум доцільне до того терміну, після закінчення якого сума подальших доходів і витрат з урахуванням їх дисконтування буде рівна точності визначення показників ефективності інвестицій, що визначається точністю початкової інформації.

Ю. Ф. Кулаєв [65, ст. 46] рекомендує горизонт розрахунку приймати не більш 15 – 20 років.

При оцінці економічної ефективності інвестиційного проекту необхідно враховувати той факт, що у більшості випадків, після закінчення розрахункового періоду грошові потоки інвестиційного проекту не звертаються у нуль. Навіть якщо верхня межа розрахункового періоду співпадає з терміном служби основних споруд і технологічного устаткування, після закінчення розрахункового періоду можуть залишатися придатні до використання основні засоби. Крім того, може мати місце придатний до використання залишок оборотних активів. Життєвий цикл

інвестиційного проекту, у загальному випадку, може взагалі не мати обмеженого терміну закінчення (проект вважається необмеженим в часі). Таким чином, при оцінці ефективності інвестиційного проекту потрібно враховувати певний залишок після розрахункового періоду, що отримав у літературі найменування термінальної вартості, або вартості реверсії.

Вартість реверсії входить у розрахунки показників ефективності інвестиційного проекту як, у загальному випадку, гіпотетичний грошовий потік від реалізації активів, що залишаються у кінці розрахункового періоду, за мінусом зобов'язань на той момент часу.

У разі, коли розрахунковий період співпадає з життєвим циклом інвестиційного проекту [65, ст. 51], вартість реверсії може визначатися як сума залишкової вартості придатних до використання основних засобів і залишку власних оборотних активів (робочого капіталу) у кінці розрахункового періоду за мінусом поточної вартості довгострокової заборгованості на той момент часу.

Коли розрахунковий період не співпадає із закінченням життєвого циклу проекту, вартість реверсії визначається методом прямої капіталізації. Поточні ефекти по кроках за межами розрахункового періоду приймаються рівними між собою до закінчення життєвого циклу проекту. Цей ефект капіталізується по нормі капіталізації, що враховує період часу, що залишився до закінчення життєвого циклу проекту. До результату додається приведена вартість чистих активів у кінці життєвого циклу інвестицій. Якщо проект не обмежений у часі, норма капіталізації рівна нормі дисконту. У іншому випадку вона повинна враховувати норму повернення капіталу, визначувану за формулою чинника фонду відшкодування. Ефекти за розрахунковими кроками у періоді за межами горизонту прогнозу можуть враховувати деякий постійний темп приросту (або зниження). У цьому випадку норма капіталізації визначається за моделлю Гордона як різниця між нормою дисконту і темпом приросту щорічного ефекту. Вартість реверсії приводиться до розрахункового кроку за допомогою коефіцієнта дисконтування останнього кроку розрахункового періоду (горизонту прогнозу).

При оцінці економічної ефективності заходів із забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів у складі їх результатів необхідно враховувати прямий та супутній ефекти.

Прямий ефект визначається шляхом зіставлення рівнів безпеки руху поїздів за умови реалізації заходів, що розглядаються, і без такої реалізації. Тобто прямий ефект від заходів, що розглядається, визначається як різниця між очікуваними втратами від транспортних подій, що можуть відбутись без впровадження заходів, та втратами від транспортних подій, що можуть відбутись за умови реалізації цих заходів.

Втрати від транспортних подій, на наш погляд, доцільно поділяти на економічні, соціальні та екологічні.

Економічні втрати від транспортної події відбиває рівень матеріальних збитків, який включає: прямі збитки від пошкодження майна як залізниць, так і інших осіб; витрати, пов'язані з відновлення нормального режиму роботи залізничного транспорту (які не враховані у складі прямих збитків); збитки від втраченої вигоди як залізниць, так і інших осіб.

Соціальні наслідки транспортної події полягають, перш за все, у спричиненні шкоди життю та здоров'ю людей (пасажирів, працівників залізничного транспорту, інших осіб). Для включення їх до складу втрат від транспортної події ці наслідки потребують певної вартісної оцінки. Така вартісна оцінка може бути здійснена на основі класифікації негативних наслідків та їх нормування.

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

Як правило, проекти, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів, є комплексними, тобто такими, що забезпечують отримання результатів і у інших сферах. Тому, при оцінці ефективності цих заходів необхідно враховувати супутні ефекти. Такими є, наприклад, економічний ефект, пов'язаний з відновленням технічних засобів, впровадження нових технічних засобів, економічний і соціальний ефект від підвищення кваліфікації персоналу тощо. Саме урахування усього спектру результатів інвестицій дозволить коректно визначати показники їх ефективності.

3.2. Методичні підходи до визначення ефекту від заходів, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів

Під забезпеченням безпеки руху на залізничному транспорті розуміють діяльність органів залізничного транспорту, органів державної влади та органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і громадян, що спрямована на безперебійне функціонування залізниць і недопущення виникнення аварійних ситуацій у процесі перевезень, а також на зниження наслідків можливих транспортних подій. Безпека руху на залізничному транспорті тісно пов'язана з забезпеченням схоронності вантажів і захистом життя і здоров'я пасажирів та працівників транспорту, охороною навколишньої природного середовища.

Для оцінки економічної ефективності інвестицій у заходи із забезпечення та 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 [78, 77]) у одиницю часу. За Положенням [77] у залежності від наслідків серед транспортних подій виділяються:

1. Катастрофа – транспортна подія з тяжкими наслідками, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або залізничним рухомим складом, сходи рухомого складу в пасажирських або вантажних поїздах на перегонах і станціях, унаслідок яких: одна людина або більше загинула чи шість або більше травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад до ступеня вилучення його з інвентарного парку.

2. Аварія – транспортна подія, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або залізничним рухомим складом, сходи рухомого складу у поїздах на перегонах і станціях, унаслідок яких: від однієї людини до п'яти травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад до ступеня капітального ремонту.

3. Серйозний інцидент – транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, яка могла призвести до аварії.

4. Інцидент – транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, але не закінчилася серйозним інцидентом.

5. Порухення – транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, але не закінчилася інцидентом.

Показник кількості транспортних подій у одиницю часу не можна вважати економічним, оскільки він не дає змоги оцінити вплив транспортних подій на економічні показники роботи залізничного транспорту та інших осіб.

Для кількісної оцінки рівня безпеки руху поїздів потрібно розглянути цей рівень у зворотному зв'язку з рівнем ризику, що пов'язаний з рухом поїздів. Тобто, рівень безпеки тим вищий, чим нижчий рівень ризику. 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 добуток ймовірності настання відповідної події та величини втрат, які вона може спричинити [27]. Тому ризик, пов'язаний з рухом поїздів, може бути визначений виходячи з ймовірності настання транспортних подій та математичних сподівань втрат від настання транспортних подій (також за їх видами).

Математичне очікування втрат від транспортної події повинно враховувати його можливі економічні (наприклад, прями збитки та втрачена вигода від пошкодження технічних засобів), соціальні (перш за все, життя та здоров'я людей, як пасажирів, так і робітників транспорту, третіх осіб) 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 роботоспроможності технічної системи або її складових частин під впливом ряду випадкових чинників [61, ст. 7]. 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 менший 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) [61]. Також відомі зв'язки цієї функції розподілу з іншими показниками надійності систем (такими, як середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов та інші).

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 сподівання рівня втрат від настання транспортної події. При цьому рівень втрат повинен враховувати економічні, соціальні та екологічні наслідки транспортної події.

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

- прямі збитки від пошкодження майна як залізниць, так і інших осіб;
- витрати, пов'язані з відновлення нормального режиму роботи залізничного транспорту (які не враховані у складі прямих збитків);

– збитки від втраченої вигоди як залізничного транспорту, так і інших осіб.

Прями збитки від пошкодження майна можна визначити за формулою:

$$Z_{np} = B_{рем} + B_0 - B_1, \quad (3.1)$$

де Z_{np} – прямі збитки від пошкодження майна, грн;

$B_{рем}$ – витрати на ремонт пошкодженого майна, необхідність проведення якого спричинена транспортною подією, грн;

B_0 – справедлива вартість пошкодженого майна до його пошкодження у транспортній події, грн;

B_1 – справедлива вартість пошкодженого майна, яка буде сформована після його ремонту, грн.

Слід підкреслити, що збитки визначаються зміною саме справедливої вартості майна. Якщо його вартість у бухгалтерському обліку не відповідає справедливій, остання повинна визначатись методами незалежної оцінки майна (наприклад, шляхом проведення його переоцінки).

Згідно визначенню у Національному стандарті оцінки №1 справедлива вартість активу дорівнює його ринковій вартості у разі можливості її визначення. Справедлива вартість активу, який може бути віднесено до спеціалізованого майна, майна спеціального призначення або спеціальної конструкції, дорівнює його залишковій вартості заміщення (відтворення). Ліквідаційна вартість активу згідно з положеннями (стандартами) бухгалтерського обліку дорівнює його вартості ліквідації згідно зі стандартами оцінки. Ринкова вартість – це вартість, за яку можливе відчуження об'єкта оцінки на ринку подібного майна на дату оцінки за угодою укладеною між покупцем та продавцем, після проведення відповідного маркетингу за умови, що кожна із сторін діяла із знанням справи розсудливо і без примусу. Залишкова вартість заміщення – вартість заміщення (відтворення) об'єкта оцінки за вирахуванням усіх видів зносу (для нерухомого майна – з урахуванням ринкової вартості земельної ділянки (прав, пов'язаних із земельною ділянкою) при її існуючому використанні). Вартість ліквідації – вартість, яку можна отримати за об'єкт оцінки, що вичерпав корисність відповідно до своїх первісних функцій. При цьому під спеціалізованим

майном розуміється майно, що, як правило, не буває самостійним об'єктом продажу на ринку і має найбільшу корисність та цінність у складі цілісного майнового комплексу [70].

Вартісні оцінки майна, що використовуються для визначення прямих матеріальних збитків, повинні визначатись переважно на ринковій базі оцінки для однакових ринкових умов та на одну дату оцінки – дату транспортної події. При цьому вартість (B_0) визначається виходячи зі стану об'єкта до пошкодження, а вартість (B_1) – виходячи зі стану, який очікується після проведення ремонту, але для ринкових умов на дату оцінки.

Слід відзначити, що при пошкодженні одиниці рухомого складу до ступеня виключення з інвентарного парку прямі матеріальні збитки дорівнюють різниці між справедливою вартістю цієї одиниці на дату транспортної події до пошкодження і її вартістю ліквідації на цю дату, що видно з формули (3.1).

Витрати на проведення ремонтних робіт ($B_{рем}$) та витрати, пов'язані з відновлення нормального режиму роботи залізничного транспорту, які не враховані у складі прямих збитків, визначаються шляхом складання відповідних калькуляцій.

Збитки від втраченої вигоди можуть бути визначені за формулою:

$$Z_{в.в} = \frac{\Gamma_{чгп} \cdot t_{в.в}}{365}, \quad (3.2)$$

де $Z_{в.в}$ – збитки від втраченої вигоди, грн;

$\Gamma_{чгп}$ – чистий грошовий потік, який втрачається відповідною особою у наслідок транспортної події, у розрахунку на рік, грн;

$t_{в.в}$ – тривалість періоду втраченої вигоди, діб.

Тривалість періоду втраченої вигоди в залежності від конкретних обставин дорівнює періоду часу, необхідного для відновлення нормальної роботи залізничного транспорту та інших осіб, часу виконання ремонтних робіт, часі від транспортної події до відшкодування прямих збитків.

У разі визначення збитків від втраченої вигоди при пошкодженні об'єкту матеріальних необоротних активів пропонуємо річний чистий грошовий потік, що втрачається визначати за формулою:

$$G_{\text{чп}} = B_{\text{зам}} \cdot \left(R + \frac{R}{(1+R)^{T_{к.в}} - 1} \right) = B_{\text{зам}} \cdot \frac{R}{1 - (1+R)^{-T_{к.в}}}, \quad (3.3)$$

де $B_{\text{зам}}$ – вартість заміщення об'єкту матеріальних необоротних активів, грн;

R – норма доходу, що відповідає вартості власного капіталу відповідного суб'єкту господарювання після оподаткування, долі;

$T_{к.в}$ – загальний термін корисного використання об'єкту активів, років.

Обґрунтуванням застосування формули (2.16) є те, що саме вона відбиває зворотній грошовий потік на інвестований у об'єкт активів капітал, що відповідає вартості капіталу його власника.

Вартість заміщення об'єкту матеріальних необоротних активів згідно зі Стандартом оцінки №1 визначається як поточна вартість витрат на придбання (створення) на дату оцінки нового об'єкта, подібного об'єкту оцінки (може використовуватись і вартість відтворення) [70].

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

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

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

$$B_{\text{заг}} = \frac{B_{\text{всп}}}{(C_0 + C_1) \cdot 0,5} \cdot \bar{T}_{\text{ж}}, \quad (3.4)$$

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

$B_{\text{ввп}}$ – річний валовий внутрішній продукт (ВВП) України, грн;

$Ч_0$ – чисельність наявного населення України на початок року, за який визначено ВВП, осіб;

$Ч_1$ – чисельність наявного населення України на кінець року, за який визначено ВВП, осіб;

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

За формулою (3.4) виконано розрахунок вказаного нормативу за даними 2019 року. Так, ВВП у 2019 році становить 3974564 млн. грн. Чисельність наявного населення на початок року становить 42153,2 тис. осіб, а на кінець – 41902,4 тис. осіб. Середня очікувана тривалість життя, визначена на 2019 рік, дорівнює 72,01 років (дані Державної служби статистики України [34]). Таким чином, вартісна оцінка шкоди від загибелі особи в умовах 2019 року становить:

$$B_{\text{заг}} = \frac{3974564 \cdot 10^6}{(42153,2 + 41902,4) \cdot 0,5 \cdot 10^3} \cdot 72,01 \cdot 10^{-6} = 6,8 \text{ млн. грн.}$$

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

$$B_{\text{сеп}} = B_{\text{заг}} \cdot K_{\text{сеп}} + B_{\text{лік}}, \quad (3.5)$$

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

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

$K_{\text{сеп}}$ – 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:

$$B_{\text{мен}} = \frac{\bar{3}}{30} \cdot T_{\text{мен}} + B_{\text{лік}}, \quad (3.6)$$

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

$\bar{З}$ – середня місячна заробітна плата в Україні (за статистичними даними), грн;

$T_{мен}$ – 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.

3.3. Економіко-математичне моделювання процесу підвищення безпеки руху на залізничному транспорті

Оскільки математичне сподівання втрат від транспортної події може бути розглянуто як константа, математичне сподівання втрат від транспортних подій, що

можуть відбутись у визначений термін часу, визначається як добуток математичного сподівання кількості транспортних подій, що очікуються, так математичного сподівання вартісної оцінки втрат від однієї транспортної події. Таким чином, одним з основних питань при оцінці економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху поїздів є прогнозування кількості транспортних подій у різних умовах (з реалізацією заходів, що розглядаються, та без такої реалізації). Для вирішення цієї задачі доцільно розглядати послідовність випадкових подій, які представляють собою транспортні події, що повторюються. При цьому, якщо транспортна подія розглядається як відмова технічної системи, послідовність транспортних подій утворює потік відмов. Тому, у подальшому використовується термін потік транспортних подій.

Кількість транспортних подій упродовж визначеного інтервалу часу (наприклад, рік) може бути описана дискретною випадковою величиною. Якщо $F_n(t)$ ймовірність того, що на інтервалі часу $(0, t)$ відбудеться не менше, ніж n транспортних подій, тобто:

$$F_n(t) = P\{V_t \geq n\}, \quad (3.7)$$

де V_t – кількість транспортних подій, що відбуваються на інтервалі часу $(0, t)$.

Тоді ймовірність появи точно n транспортних подій на заданому інтервалі часу $(0, t)$ визначається за формулою:

$$P\{V_t = n\} = P\{V_t \geq n\} - P\{V_t \geq n + 1\} = F_n(t) - F_{n+1}(t). \quad (3.8)$$

Таким чином, формула (3.8) задає закон розподілу ймовірної величини, що характеризує кількість транспортних подій упродовж заданого періоду часу.

За прогнозне значення кількості транспортних подій доцільно використовувати математичне сподівання ймовірної величини кількості транспортних подій упродовж заданого періоду часу.

За визначенням математичного сподівання дискретної випадкової величини функція математичного сподівання кількості транспортних подій у залежності від моменту закінчення заданого інтервалу часу має вигляд:

$$H(t) = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P\{V_t = n\} = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot F_n(t) - \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot F_{n+1}(t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(t) \quad (3.9)$$

Подія, яка полягає у тому, що на інтервалі часу $(0, t)$ відбудеться щонайменше n транспортних подій, еквівалентна події, що момент n -ї транспортної події передреє моменту часу t . У свою чергу, інтервал часу до моменту n -ї транспортної події дорівнює сумі інтервалів часу між транспортними подіями. Тобто:

$$F_n(t) = P\{V_t \geq n\} = P\{T_n < t\} = P\left\{\sum_{k=1}^n \chi_k < t\right\}, \quad (3.10)$$

де T_n – інтервал часу до n -ї транспортної події;

χ – випадкова величина часу між транспортними подіями.

Випадкові величини χ є незалежними, тому визначення функції $F_n(t)$, а відповідно, і функції математичного сподівання кількості транспортних подій, зводиться до задачі о розподілі суми незалежних випадкових величин. При цьому, ці величини доцільно розглядати як однаково розподілені, оскільки мова йде про прогнозуванні кількості транспортних подій у певних конкретних умовах, а зміна законів розподілу часу між транспортними подіями означає зміну зазначених умов. Зазвичай для вирішення подібних задач використовується метод характеристичних функцій.

З теорії надійності технічних систем відомо [61], що для зазначеного випадку функція $F_n(t)$ задається залежністю:

$$F_n(t) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{t+\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_0^{\infty} \omega(y) e^{iny} dy \right]^n \cdot e^{-ivt} dv dt, \quad (3.11)$$

де $\omega(y)$ – щільність розподілу випадкової величини часу між транспортними подіями.

Слід відзначити, що чисельно задачу статистичної оцінки математичного сподівання кількості транспортних подій при відомому законі розподілу часу між транспортними подіями доцільно вирішувати за допомогою методу статистичних випробувань [22] за такою схемою:

1. Генерується реалізація випадкової величини, що рівномірно розподілена на відрізьку $[0;1]$.

2. За отриманою реалізацією випадкової величини, що рівномірно розподілена на відрізьку $[0;1]$, та зворотною функцією закону розподілу часу між транспортними подіями визначається реалізація зазначеної випадкової величини.

3. Фіксується порядковий номер отриманої реалізації з початку поточного циклу випробувань та накопичена сума інтервалів часу між транспортними подіями з початку поточного циклу випробувань.

4. Кроки 1 – 3 повторюються, доки накопичена сума інтервалів часу між транспортними подіями не перевищить верхню межу заданого фіксованого інтервалу часу, для якого визначається кількість транспортних подій. При цьому за результат циклу випробувань приймається порядковий номер реалізації випадкової величини інтервалу між транспортними подіями, який передував останньому випробуванню.

5. Цикли випробувань повторюються певну кількість разів. З результатів циклу випробувань формується статистична вибірка кількостей транспортних подій. Об'єм вибірки дорівнює кількості циклів статистичних випробувань. Тому кількість циклів випробувань повинна забезпечувати потрібну точність статистичних оцінок параметрів вибірки.

6. Статистичною оцінкою математичного сподівання кількості транспортних подій є вибіркова середня результатів циклів випробувань.

Таким чином, ключовим питанням для прогнозування кількості транспортних подій є встановлення закону розподілу часу між транспортними подіями. Це досягається за рахунок статистичного оцінювання параметрів закону розподілу, та встановлення його типу (перевірки відповідних статистичних гіпотез).

Слід відзначити, що заходи з підвищення безпеки руху поїздів можуть мати вплив не на усій мережі залізниць України, а лише на її частині. У такому випадку показники кількості транспортних подій потрібно прогнозувати на основі статистичного оцінювання параметрів безпеки руху за даними відповідного фрагменту мережі. Якщо безпосередньо такі дані встановити не вдається (наприклад, у зв'язку з відсутністю статистичної звітності), їх можна визначити розрахунковим шляхом – розподілом кількості транспортних подій між фрагментами мережі залізниць пропорційно їх розгорнутій довжині (з урахуванням під'їзних шляхів).

Наприклад, кількість транспортних подій, що припадає на ділянку АБ можна визначити за формулою:

$$V_{AB} = \frac{V_m}{L_m} \cdot L_{AB}, \quad (3.12)$$

де V_{AB} – кількість транспортних подій на ділянці АБ;

V_m – кількість транспортних подій на мережі;

L_m – розгорнута довжина залізничних шляхів мережі залізниць (з урахуванням під'їзних), км;

L_{AB} – розгорнута довжина ділянки АБ, км.

За базу може бути прийнята кількість транспортних подій і меншої частини мережі, наприклад Залізниці.

Статистичне оцінювання параметрів випадкових величин, що використовуються для прогнозування кількості транспортних подій, базується на аналізі ретроспективних даних з безпеки руху поїздів.

Середній час між транспортними подіями визначається за формулою:

$$T_{cp} = \frac{T}{V}, \quad (3.13)$$

де T_{cp} – середній час між транспортними подіями, діб;

T – тривалість періоду часу, за яким проводиться статистична оцінка, діб;

V – кількість транспортних подій упродовж періоду часу T .

Показник T_{cp} є статистичною оцінкою математичного сподівання закону розподілу часу між транспортними подіями.

Якщо інтенсивність² транспортних подій може вважатись постійною, час між транспортними подіями розподілений за експоненціальним законом. При цьому щільність розподілу $\omega(t)$ задається формулою:

² термін використовується за аналогією з поняттям інтенсивність відмов. Функція інтенсивності визначається залежністю: $\lambda(t) = \frac{\omega(t)}{1 - \int_0^t \omega(t) dt}$, де $\omega(t)$ - щільність розподілу часу між транспортними подіями

$$\omega(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}. \quad (3.14)$$

Експоненціальний закон розподілу є однопараметричним. При цьому параметр λ закону розподілу характеризує інтенсивність подій, яка є постійною та не залежить від часу. Як відомо, математичне сподівання експоненціального закону є зворотною величиною параметра λ . Тому у випадку такого розподілу достатньо визначити статистичну оцінку математичного сподівання, за якою визначається статистична оцінка інтенсивності транспортних подій: $\bar{\lambda} = T_{cp}^{-1}$.

Як відомо, випадкова величина, яка є сумою n -ї кількості однаково розподілених за експоненціальним законом випадкових величин, розподілена за Гамма-розподілом з параметрами λ та n , де λ - параметр експоненціального закону розподілу доданків, n – кількість доданків. З цього випливає, що математичне сподівання кількості транспортних подій на основі формули (3.9) при експоненціальному законі розподілу часу між подіями визначається як сума ряду:

$$H(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} \int_0^t \frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} t^{n-1} e^{-\lambda t} dt, \quad (3.15)$$

де $\Gamma(n)$ – гамма-функція.

Сумою ряду (3.28) є добутком тривалості періоду і інтенсивності подій. Тобто при експоненціальному розподілі часу між транспортними подіями математичне сподівання кількості транспортних подій дорівнює: $H(t) = \lambda t$.

У разі, коли закони розподілу часу між подіями відрізняються від експоненціальних, для статистичної оцінки параметрів розподілу необхідно виконати статистичну оцінку моментів 2-го, 3-го та більших порядків (у залежності від кількості параметрів законів розподілу). Для цього потрібні відомості щодо моменту настання транспортних подій у періоді, що аналізується. Оцінка проводиться за відомими з математичної статистики залежностями. Параметри законів розподілу оцінюються шляхом вирішення системи рівнянь, що прирівнюють статистичні оцінки моментів з їх теоретичними виразами через параметри законів розподілу.

При використанні для статистичної оцінки параметрів законів розподілу часу між транспортними подіями ретроспективних даних декількох звітних періодів, на

наш погляд, доцільно забезпечити порівнянність кількості транспортних подій різних звітних періодів за умовами руху. На наш погляд очевидно, що, за інших рівних умов, кількість транспортних подій буде тим вища, чим вища інтенсивність руху. Тому, для статистичної оцінки математичного сподівання часу між транспортними подіями доцільно використовувати приведену кількість транспортних подій. При цьому, за коефіцієнти приведення доцільно приймати співвідношення середньої вантажонапруженості бруто. Тобто, приведена кількість транспортних подій може бути визначена за формулою:

$$V_{np} = \sum_{j=1}^m V_j \cdot \frac{G_1}{G_j}, \quad (3.16)$$

де V_{np} – приведена кількість транспортних подій за увесь період, що аналізується;

V_j – кількість транспортних подій у j -й частині періоду, що аналізується;

G_1 – вантажонапруженість бруто у 1-й частині (найближчої до поточного моменту часу) періоду, що аналізується, т-км/км;

G_j – вантажонапруженість бруто у j -й частині періоду, що аналізується, т-км/км;

m – кількість частин, на яку розбито періоду, що аналізується.

Таким чином, застосування формули (3.16) дозволить забезпечити приведення (за інтенсивністю руху) кількості транспортних подій до умов, що склалися у найближчій до поточного моменту часу частині періоду, що аналізується. Приведена кількість транспортних подій використовується для статистичного оцінювання часу між транспортними подіями за формулою (3.13).

Не менш важливим питанням, чим прогнозування кількості транспортних подій, є їх диференціація за видами, оскільки вартісна оцінка втрат від настання транспортних подій різних видів суттєво різниться.

Для вирішення окресленої задачі доцільно розглядати види транспортних подій як елементарні події, які утворюють простір елементарних подій, що можуть виникнути при настанні транспортної події. Тоді, кількість транспортних подій певного виду, яка може відбутися при настанні певної кількості транспортних подій

буде розподілена за біноміальним законом. Як відомо, математичне сподівання такої випадкової величини дорівнює добутку кількості випробувань (експериментів) та ймовірності настання події у кожному випробуванні. Тобто, прогнозна кількість транспортних подій певного виду (яку доцільно прийняти на рівні математичного сподівання) визначається за формулою:

$$V_k = V \cdot p_k, \quad (3.17)$$

де V_k – кількість транспортних подій k -го виду;

V – загальна прогнозна кількість транспортних подій;

p_k – ймовірність настання транспортної події k -го виду у разі, коли відбувається транспортна подія.

При цьому, за визначенням простору елементарних подій, сума ймовірностей настання транспортних подій усіх видів дорівнює одиниці.

Аналітичне визначення ймовірності настання транспортної події певного виду навряд чи можливе, тому ймовірності у формулі (3.17) можуть бути замінені їх статистичними оцінками, які визначаються як відносні частоти настання транспортних подій за їх видами (визначаються як відношення кількості транспортних подій певного виду до загальної кількості транспортних подій за період, що аналізується).

Розглянемо підхід до визначення вартісної оцінки втрат від настання транспортної події за видами.

Порушення – це транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, але не закінчилась інцидентом [77].

До порушення відносяться [77]:

- неогородження сигналами небезпечного місця для руху поїздів при виконанні робіт;
- перехід на інші засоби сигналізації і зв'язку для організації руху поїздів на 8 годин і більше через несправність технічних засобів;
- наявність у колії гостродефектних рейок (в тому числі у накладках);
- несправність букси або інші технічні несправності вагонів, локомотивів, секцій локомотивів, секцій дизель-поїздів та електросекцій чи неправильні дії

причетних працівників, що призвели до відчеплення рухомого складу від поїзда на шляху його прямування;

- наїзд на сторонні предмети, деталі верхньої будови колії, рухомого складу, візки, лейтери, гальмові башмаки тощо;

- порушення технічних умов навантаження і кріплення вантажу, які не викликали вихід вантажу за встановлений габарит навантаження, але призвели до відчеплення вагона від поїзда на будь-якій станції, крім кінцевої;

- відмови в роботі електричної централізації, ключової залежності стрілок і сигналів на станціях, автоблокування на перегонах, енергопостачання на станціях і перегонах, несправності контактної мережі, зв'язку, що не усунені протягом 8 годин і більше, а пристроїв на залізничних переїздах протягом 4 годин і більше;

- виникнення на шляху прямування несправностей локомотива, що спричинили зупинку пасажирського чи вантажного поїзда на перегоні чи станції з вимогою допоміжного локомотива;

- несправність колії або стрілочних переводів на головних коліях, що виявлені вагоном-колієвимірником, при яких швидкість руху поїздів обмежена до 15 км/год.;

- несправність колісних пар, що призвели до необхідності їх заміни;

- невірні дії причетних працівників, що призвели до затримки поїзда;

- перекриття дозволяючого показання сигналу на заборонне, що викликало проїзд заборонного сигналу на станціях;

- несвоєчасне закінчення робіт у "вікно", що призвели до затримки поїздів;

- вихід рухомого складу за граничний стовпчик на станції.

На наш погляд, вартісна оцінка втрат від настання порушення вимірюється витратами на їх усунення. Витрати визначаються за елементами витрат виходячи з трудомісткості робіт з усунення порушення, середньої заробітної плати задіяних працівників, вартості матеріальних ресурсів, що використовуються, нарахування внесків пенсійного та соціального страхування, амортизаційних відрахувань тощо. Витрати, пов'язані із затримкою поїздів визначаються виходячи з часу затримки та укрупненої витратної ставки на 1 поїздо-годину простою.

Інцидент – це транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, але не закінчилася серйозним інцидентом [77].

До інцидентів належать [77]:

- зіткнення чи сходи рухомого складу під час виконання маневрової роботи;
- переведення стрілки під маневровим складом;
- саморозчеплення, розрив автозчепу або гвинтової стяжки у вантажному поїзді та між локомотивом і першим вагоном пасажирського поїзда;
- розріз стрілки (рухомого сердечника хрестовини);
- поява несправності локомотива, моторвагонного рухомого складу або спеціального рухомого складу, вагонів, несправності колії, пристроїв СЦБ і зв'язку, контактної мережі електропостачання, які призвели до затримки поїзда на перегоні чи станції на 1 годину і більше понад графіковий час (за винятком заміни гостродефектних рейок);
- падіння деталей рухомого складу вантажних поїздів на колію;
- заміна колісної пари на шляху прямування пасажирського поїзда, що призвела до затримки пасажирського поїзда понад 2 години;
- злам бокової ферми кузова вантажного вагона, колісної пари або її елементів, боковини візка рухомого складу, надресорної чи хребтової балок пасажирських і вантажних вагонів або тріщини балок візків пасажирських вагонів;
- несправність колії або стрілочних переводів на головних коліях та маршрутах слідування пасажирських поїздів, що виявлені вагоном-колієвимірником, при яких рух поїздів забороняється;
- злам рейки і елементів стрілочних переводів;
- приймання і відправлення поїзда за неправильно приготовленим маршрутом;
- зіткнення пасажирських, вантажних поїздів або іншого рухомого складу з автотранспортними засобами або іншими самохідними машинами на залізничних переїздах з причин порушення вимог правил технічної експлуатації.

При вартісній оцінці втрат від настання інциденту, окрім витрат на його усунення та усунення його наслідків, на наш погляд, доцільно враховувати вартість

вантажу "на колесах", та вартість часу пасажирів у поїздах, що затримані. Для цього може бути використана формула:

$$B_{зам} = e_{1n-2.ван} \cdot \sum Nt_{з.ван} + e_{1n-2.пас} \cdot \sum Nt_{з.пас} + \frac{\bar{B}_{1m}}{365 \cdot 24} \cdot \sum Nt_{з.ван} \cdot Q_n \cdot \frac{R}{100} + \bar{B}_{1n-2} \sum Nt_{з.пас} \cdot m_{пас} \cdot P_{пас} \quad (3.18)$$

де $B_{зам}$ – оцінка втрат від затримки поїздів, грн;

$e_{1n-2.ван}$ – укрупнена витратна ставка на 1 поїздо-годину простою вантажного поїзда, грн/поїзд-год;

$e_{1n-2.пас}$ – укрупнена витратна ставка на 1 поїздо-годину простою пасажирського поїзда, грн/поїзд-год;

\bar{B}_{1m} – середня вартість вантажу, що перевозиться, грн/т;

$\sum Nt_{з.ван}$ – поїздо-години затримки вантажних поїздів, поїзд-год;

Q_n – середня вага вантажного поїзда нетто, т/поїзд;

R – середня вартість капіталу у національному господарстві (може бути прийнята на рівні процентної ставки депозитних вкладів), % на рік;

\bar{B}_{1n-2} – вартісна оцінка 1 пасажиро-години, грн/пас-год;

$\sum Nt_{з.пас}$ – поїздо-години затримки пасажирських поїздів, поїзд-год;

$m_{пас}$ – середня кількість вагонів у пасажирському поїзді, ваг.;

$P_{пас}$ – середня населеність вагону пасажирського поїзда, пас/ваг.

Вартість однієї тони вантажу може бути визначена як відношення вартості вантажів, що перевозяться за певний період часу, до обсягу перевезень вантажів за цей період.

Вартість пасажиро-години може бути встановлена як відношення середньої місячної заробітної плати в Україні до середнього місячного фонду робочого часу.

Обмеження швидкості руху поїздів суттєво впливає на собівартість перевезень та може призвести до підвищення терміну доставки вантажу та запізнення пасажирських поїздів. Тому, на наш погляд, втрати від обмеження швидкості руху поїздів доцільно визначати таким чином:

$$\begin{aligned}
B_{шв} = & (c_{ван.об} - c_{ван.зв}) \cdot 10^{-3} \cdot G_{в} \cdot L + (c_{пас.об} - c_{пас.зв}) \cdot 10^{-3} \cdot \frac{G_{пас.бр} \cdot L}{Q_{пас}} \cdot m_{пас} \cdot P_{пас} + \\
& + \frac{\bar{B}_{1m}}{365 \cdot 24} \cdot \frac{24 \cdot G_{в.бр} \cdot L}{Q_{бр.ван}} \cdot \left(\frac{1}{V_{ван.обм}} - \frac{1}{V_{ван.дїл}} \right) \cdot Q_n \cdot \frac{R}{100} + \\
& + \bar{B}_{1n-2} \cdot \frac{24 \cdot G_{пас.бр} \cdot L}{Q_{пас}} \cdot \left(\frac{1}{V_{пас.обм}} - \frac{1}{V_{пас.дїл}} \right) \cdot m_{пас} \cdot P_{пас},
\end{aligned} \tag{3.19}$$

де $B_{шв}$ – вартісна оцінка втрат від обмеження швидкості руху поїздів, грн;

$c_{ван.об}$ – собівартість вантажних перевезень при обмеженні швидкості руху, коп./10 т-км;

$c_{ван.зв}$ – собівартість вантажних перевезень без обмеження швидкості руху, коп./10 т-км;

$G_{в}$ – вантажонапруженість нетто руху вантажних поїздів на дільниці, т-км/км;

L – експлуатаційна довжина дільниці обмеження швидкості руху, км;

$c_{пас.об}$ – собівартість пасажирських перевезень при обмеженні швидкості руху, коп./10 пас-км;

$c_{пас.зв}$ – собівартість пасажирських перевезень без обмеження швидкості руху, коп./10 пас-км;

$G_{пас.бр}$ – вантажонапруженість брутто руху пасажирських поїздів на дільниці, т-км/км;

$Q_{пас}$ – середня вага брутто пасажирських поїздів, т/поїзд;

$G_{в.бр}$ – вантажонапруженість брутто руху вантажних поїздів, т-км/км;

$Q_{бр.ван}$ – середня вага брутто вантажного поїзда, т/поїзд;

$V_{ван.обм}$ – обмежена швидкість руху вантажних поїздів, км/год;

$V_{ван.дїл}$ – дільнична швидкість руху вантажних поїздів без обмеження, км/год;

$V_{пас.обм}$ – обмежена швидкість руху пасажирських поїздів, км/год;

$V_{пас.дїл}$ – дільнична швидкість руху вантажних поїздів без обмеження, км/год.

Серйозний інцидент – це транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, яка могла призвести до аварії [77].

До серйозних інцидентів відносяться [77]:

- зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами чи рухомим складом, сходи рухомого складу у поїздах на перегонах і станціях, які не належать до аварій за своїми наслідками;
- приймання поїзда на зайняту колію;
- відправлення поїзда на зайнятий перегін;
- приймання і відправлення поїзда за неготовим маршрутом;
- проїзд заборонного сигналу, граничного стовпчика або сигнального знаку "Межа станції";
- переведення стрілки під поїздом;
- вихід рухомого складу на маршрут приймання (відправлення) поїзда, на перегін;
- відправлення поїзда з перекритими кінцевими кранами;
- поява на польовому або локомотивному світлофорі дозволяючого показання сигналу замість заборонного або поява більш дозволяючого показання сигналу;
- розвалювання вантажу під час руху з порушенням габариту навантаження;
- саморозчеплення, розрив автозчепу або гвинтової стяжки у пасажирському поїзді між вагонами;
- падіння деталей рухомого складу пасажирського поїзда на колію.

Вартісні втрати від серйозного інциденту визначаються аналогічно до інциденту.

Аварія – це транспортна подія, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або залізничним рухомим складом, сходи рухомого складу у поїздах на перегонах і станціях, унаслідок яких: від однієї людини до п'яти травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад до ступеня капітального ремонту [77].

Вартісна оцінка втрат, пов'язаних з аварією, може бути визначена за формулою:

$$B_{ав} = B_{ус} + B_{зат} + B_{шв} + B_{КР} + Ч_{тр} \cdot B_{тр}, \quad (3.20)$$

де $B_{ав}$ – вартісна оцінка втрат від аварії, грн;

$B_{ус}$ – витрат з усунення безпосередніх наслідків аварії, грн;

$B_{зат}$ – вартісна оцінка втрат, пов'язаних із затримкою поїздів, грн (визначаються за формулою 3.18);

$B_{шв}$ – вартісна оцінка втрат, пов'язаних з обмеженням швидкості руху поїздів, грн (визначається за формулою (3.19))

$B_{КР}$ – витрати на капітальних ремонт рухомого складу, грн;

$Ч_{тр}$ – середня чисельність травмованих осіб, осіб;

$B_{тр}$ – вартісна оцінка втрат від травмування людини, грн/особу.

Катастрофа – це транспортна подія з тяжкими наслідками, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або залізничним рухомим складом, сходу рухомого складу у пасажирських або вантажних поїздах на перегонах і станціях, унаслідок яких: одна людина або більше загинула чи шість або більше травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад до ступеня вилучення його з інвентарного парку [77].

Вартісна оцінка втрат від катастрофи може бути встановлена за формулою:

$$B_{кат} = B_{ус} + B_{зат} + B_{шв} + B_{КР} + B_{вик} + Ч_{тр} \cdot B_{тр} + Ч_{заг} \cdot B_{заг} + B_{ини}, \quad (3.21)$$

де $B_{кат}$ – вартісна оцінка втрат від катастрофи, грн;

$B_{вик}$ – вартість пошкодженого до ступеня виключення з інвентарного парку рухомого складу, грн/ваг.;

$Ч_{заг}$ – середня чисельність загиблих осіб унаслідок катастрофи, осіб;

$B_{заг}$ – вартісна оцінка втрат від загибелі однієї особи, грн/особу;

$B_{ини}$ – вартісна оцінка інших втрат (втрати інших осіб, постраждалих у катастрофі, вартісна оцінка екологічних наслідків тощо).

Методичні підходи до визначення вартісної оцінки втрат від травмування та загибелі людей розглянуті у попередньому підрозділі дисертаційного дослідження.

З викладеного вище випливає, що вплив заходів з підвищення безпеки руху методами економіко-математичного моделювання може бути відображений трьома шляхами:

- зменшення інтенсивності транспортних подій, що виразиться у зменшенні прогнозної кількості транспортних подій на визначений проміжок часу;
- зменшення ймовірності настання тяжких транспортних подій (катастроф, аварій);
- зменшення вартісної оцінки втрат від настання транспортної події, що матиме вираз у зменшенні математичного сподівання втрат від настання транспортних подій за їх видами.

Звичайно, заходи з підвищення безпеки руху поїздів можуть чинити вплив на декілька параметрів розглянутої економіко-математичної моделі, що матиме прояв у сумісному впливі названих шляхів.

ВИСНОВКИ

Виконані в роботі дослідження дозволяють зробити наступні висновки та пропозиції:

1. Виконаний аналіз наукових робіт по проблемі оцінки стану безпеки руху на залізничному транспорті показав, що в сучасних умовах задача оцінки ефективності інвестицій в заходи щодо підвищення безпеки руху поїздів є невирішеною. Для розв'язання вказаної задачі необхідно розробити методи оцінки ризиків при здійсненні інвестування в систему безпеки руху, розробити економічний критерій оцінки ефективності інвестицій в систему безпеки руху та розробити методи економічного аналізу (оцінки) діяльності залізниць з урахуванням технічного забезпечення системи безпеки руху.

2. Залізничний транспорт України в основному забезпечує потреби економіки та населення у перевезеннях, але його робота за багатьма технічними, організаційними та економічними параметрами не відповідає зростаючим потребам суспільства, європейським стандартам та умовам сучасного ринку. Відсутність інвестицій на оновлення основних фондів та, зокрема рухомого складу призвели, до їх суттєвого морального та технічного старіння. Знос основних фондів досяг небезпечної межі – 78 %, в тому числі активної частини – 84 % (данні коливаються за різними джерелами) Подальше функціонування залізничного транспорту в таких умовах може привести до руйнування самої галузі, блокування соціально-економічного розвитку всієї країни та створення загрози її національній безпеці.

3. Економічна оцінка заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів, може проводитись на базі принципів, критеріїв та показників економічної ефективності інвестицій.

4. Ефективність заходів, що розглядаються, характеризують показники загальної суспільної економічної ефективності на життєвий цикл, до яких належать чиста приведена вартість, внутрішня норма доходу, індекс доходності та динамічний термін окупності. Основними з них є чистий дисконтований дохід та внутрішня норма доходу. Ранжування заходів доцільно проводити за максимізацією чистого дисконтованого доходу.

5. Результати заходів, що розглядаються, включають прямий та супутній ефекти. Прямий ефект полягає у очікуваному зменшенні негативних наслідків від можливих транспортних подій, яке спричиняє реалізація відповідного заходу. При цьому слід враховувати, щонайменше, економічні, соціальні та екологічні наслідки. Відповідно, необхідно враховувати прямі та супутні витрати на впровадження заходів, що розглядаються.

6. Визначаючи вплив заходів з підвищення безпеки руху на такий показник, як інтенсивність транспортних подій 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.

7. Визначення ефектів від заходів щодо підвищення безпеки руху поїздів за зміною рівня ризику, пов'язаного з рухом поїздів, дозволить використовувати для оцінки ефективності інвестицій добре розроблений сучасний інструментарій оцінки ефективності інвестиційних проектів.

8. Прямі збитки від транспортної події складаються з вартості ремонтних робіт та різниці у справедливій вартості пошкодженого майна до пошкодження та після ремонту. Запропоновано визначати відповідні справедливі вартості методами, що використовуються при незалежній оцінці майна.

9. В роботі розроблено методичний підхід до визначення збитків від втраченої вигоди на основі вартості заміщення пошкодженого активу та вартості капіталу суб'єкта господарювання – власника (користувача) цього активу та запропоновано спосіб вартісної оцінки соціальних наслідків транспортної події.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aoki E. History of Japanese Railways. 1972-1999. Tokyo: East Japan Railway Culture Foundation, 2000, 260 p.
2. Fisher I. Theory of Interest, Macmillan, New York, 1930.
3. Knight F.H. Risk, Uncertain and Profit, Houghton Mifflin, Boston and New York, 1921.
4. Linter J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets, Review of Economics and Statistics, February, 1965, pp. 13 – 27.
5. Maier Max. Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzkraften anstatt nach Zulassigen Spannungen. Springer-Verlag, Berlin, 1926.
6. Markowitz H.M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment, Wiley, New York, 1959.
7. Modigliani F. and Miller M.H. The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, American Economic Review 48 (3) June, 1958.
8. Mossin J. Equilibrium in a Capital Asset Market, Econometrica 34 (4) October, 1966, pp. 68 – 83.
9. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis, Management Science, January, 1963.
10. Sharpe W.F. Capital Asset price: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, Journal of Finance 29 (3) September, 1964, pp. 425 – 442.
11. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection in F.H. Hahn and F.R.P. Brechling (eds), The Theory of Interest Rate, London, Macmillan, 1965, pp. 3 – 51.
12. William J.B. The Theory of Investment Value, 1938.
13. А. Лундстрем. Директива ЕС по безопасности на железных дорогах // Железные дороги мира, №10, 2003.
14. Абрамов В.М., Мугинштейн Л.А. О комплексном подходе к нормированию показателей функциональной безопасности микропроцессорных устройств управления движением поезда // Вестник ВНИИЖТ. – 2001. - №1. – С. 40-43.

15. Абрамов В.М., Мугинштейн Л.А., Никифоров Б.Д., Рабинович М.Д. Повышение надежности и перспективы развития микропроцессорных локомотивных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. - №5. – С. 9-14.
16. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. – М.: Наука, 1984. 296 с.
17. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость / учебник для вузов ж.д. транспорта . – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.
18. Белов П.Г. Имитационное моделирование происшествий на транспорте // Безопасность движения поездов: труды 7 научно-практ. конф., г. Москва, 26-27 октября 2006 г.: тезисы докл. – М., 2006. – С. I-5-9.
19. Блохин Е.П. Расчеты и испытания тяжеловесных поездов / Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Стамблер Е.Л. и др.: Под ред. Е.П. Блохина. – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.
20. Бойник А.Б. Безопасность движения транспорта на железнодорожных переездах Украины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте - № 1-2003. – с 13-18.
21. Бочков К.А., Рязанцева Н.В., Харлап С.Н. Проблемы проведения испытаний на электромагнитную совместимость микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2003. - №4. – С. 24-26.
22. Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на цифровых вычислительных машинах. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. – 226 с.
23. Вааг Л.А. Основные вопросы оценки экономической эффективности производства. – М.: Наука, 1966. – 60 с.
24. Вериго М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / Вериго М.Ф., Коган А.Я.: Под Вериго М.Ф. М.: Транспорт 1986. – 559 с.
25. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона. – М.: Транспорт, 1991. 359 с.

26. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. – М.: Дело, 1998. – 248 с.
27. Вітлінський В.В. Оцінка, моделювання та оптимізація управління економічним ризиком: Дис. д-ра екон. наук: 08.03.02 / Київський державний економічний університет. – К., 1996. – 308 с.
28. Вовк А.А. Оценка эффективности транспортного производства и резервов ее роста: Монография. – М.: Крома, 2000. – 295 с.
29. Волков А.В. Безопасность движения на урiвень международных стандартов // Железнодорожный транспорт , 2009, №4, с.14-26.
30. Волков Б.А. Экономическая эффективность инвестиций на железнодорожном транспорте в условиях рынка. – М.: Транспорт, 1996 – 191 с.
31. Г. Хафер Транспортная политика Германии // Железнодорожный транспорт - № 9, 2009. – с. 76, 77.
32. Гибшман А.Е. Определение экономической эффективности проектных решений на железнодорожном транспорте. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985– 239 с.
33. Данович В.Д. Пространственные колебания грузового вагона при движении по пути с детерминированными и случайными неровностями / Данович В.Д., Липовский Р.С. Грановский Р.Б. // Механика наземного транспорта – К.: Наукова думка, 1977. с. 37-41.
34. Державна служба статистики України: Офіційний веб-сайт [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
35. Державна служба України з безпеки транспорту: Інтернет сайт [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://dsbt.gov.ua/uk/storinka/dtp-avariyi-ta-incydeny-na-zaliznychnomu-transporti-za-2019-rik>.
36. Державна цiльова програмареформування залiзничного транспорту на 2010-2015, затверджена постановою Кабiнету Міністрiв України вiд 16 грудня 2009 р. N 1390

37. Дестерем М.Г. Общие суждения об относительных выгодах каналов и дорог с колеями и приложение выводов к определению удобнейшего для России способа перевозки тяжестей. – СПб., 1831, 90 с.

38. Динамика транспортных средств: Избр. тр. Лазарян В.А. – Киев: наукова думка, 1985. – 528 с.

39. Закон України "Про залізничний транспорт" від 04.07.1996 №273-96 ВР. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 1996, № 40, 183 с.

40. Инструкция о порядке совместных действий железных дорог государств-участников Содружества Независимых Государств, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики по служебному расследованию нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе.

41. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. – М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 1998. – 144 с.

42. Коган А. Я. Колебания пути при высоких скоростях движения экипажей и ударном взаимодействии колеса и рельса. – М.: ВНИИЖТ, 2007. – 168 с.

43. Компанієць В.В. Система якості управління (менеджменту) на залізничному транспорті: концептуальні підходи та методика оцінки «людської складової» // Залізничний транспорт України. – 2009. - № 3. – С. 42-47.

44. Компанієць В.В. Якість трудового життя управлінців залізничного транспорту // Залізничний транспорт України. – 2009. - № 5. – С. 37-42.

45. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 р. N 651-р .

46. Косарев А.Б. Основы теории электромагнитной совместимости систем тягового электроснабжения переменного тока. – М.: Интекст, 2004. – 272 с.

47. Косарев А.Б., Клинов В.Ю. Рекомендации по обеспечению электромагнитной безопасности и совместимости электроснабжения монорельсовой транспортной системы // Транспорт. Наука, техника, управление. – 2002. - №5. – С. 18-19.

48. Косарев Б.И. Электробезопасность в тяговых сетях переменного тока. – М.: Транспорт, 1988. – 216 с.

49. Косарев Б.И., Зельвянский Я.А., Сибаров Ю.Г. Электробезопасность в системе электроснабжения железных дорог / Под ред. Б.И. Косарева. – М.: Транспорт, 1983. – 199 с.

50. Косарев Б.И., Недовиченко А.А., Брянцева И.В., Идин Д.М. Импульсные перенапряжения в кабельных сетях в металлических покровах // ВИНТИ. Сер. Транспорт. Наука, техника, управление. – 2002. - №9. – С. 11-14.

51. Котельников А.В., Косарев А.Б., Полишкина И.И., Сербиненко Д.В. Электромагнитная безопасность систем тягового электроснабжения повышенного напряжения // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. - №6. – С. 10-14.

52. Кочетков А.А., Шалягин Д.В. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте: системный подход // Железнодорожный транспорт. – 2009. - №2. – С. 26-30.

53. Красковский А.Е. Обеспечение безопасности движения поездов в условиях реформирования // Железнодорожный транспорт, 2002, №2, с71-77.

54. Красковский А.Е. Экономические механизмы управления безопасностью движения // Железнодорожный транспорт. – 2002. - №5. – С. 29-33.

55. Кулаев Ю. Ф. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте: учебно-метод. пособие. – К.: Транспорт України, 2001. – 182 с.

56. Л.Н. Павлов Обеспечение безопасности движения: европейский опыт / Л.Н. Павлов, Т.Н. Зайцева, О.Л. Целищева, В.Г. Майоров // Железнодорожный транспорт - № 5, 2007. – с. 74-77.

57. Лисенков В. М. Система управления безопасностью железнодорожных перевозок // Труды 5-й международной научно-практической конференции «Безопасность движения поездов», Москва, РосГУПС, 2004 г, с. I-1, I-2.

58. Лисенков В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов. М.: Транспорт, 1992, 192 с.

59. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов – М.: ВИНТИ РАН, 1999. -332 с.

60. Лисенков В.М. Эффективно управлять безопасностью / Лисенков В.М., Лисенков А.В. // Железнодорожный транспорт. – 2005. - №10. – С. 24-31.

61. Матвеевский В.Р. Надежность технических систем: учебн. пособие / Матвеевский В.Р.; Московский гос. ин-т электроники и математики. – М., 2002. – 113 с.
62. Методика определения эффективности капитальных вложений. – М., 1988.
63. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. М., 1990.
64. Методические указания по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса / Методические указания и комментарии по их применению. М., 1989, 120 с.
65. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте. Учеб.-метод. пособие / Сост. Ю.Ф. Кулаев. – К.: Транспорт України, 2001. – 182 с.
66. Михайлов М.И. Влияние внешних электромагнитных полей на цепи проводной связи и защитные мероприятия. – М.: Связьиздат, 1959. – 583 с.
67. Мнение РЖД о скоростных дорогах Японии [электронный ресурс] .– Режим доступа: <http://www.1520mm.ru/superTrain/rzd-v-japan.phtml>
68. Мямлин С.В. Моделирование динамики рельсовых экипажей. – Д.: Новая идеология, 2002. 240 с.
69. Н.А. Дищенко Методы оценки безопасности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / Н.А. Дищенко, В.Я. Негрей // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте», Гомель, 2002, с. 8,9.
70. Національний стандарт оцінки №1 "Загальні засади оцінки майна і майнових прав", затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 10.09.2003р. № 1440.
71. Новожилов В.В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. – М.: Экономика, 1967. – 376 с.
72. О. М. Бондарев, В. Л. Горобець, І. М. Грущак Визначення строку служби несучих конструкцій моторвагонного рухомого складу із застосуванням методики

порівняння їх динамічної навантаженості // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 24. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 18-24.

73. Оценка эффективности инноваций: Завалин П.Н., Васильев А.В. – СПб., 1998. – 216 с.

74. Патрульна поліція : Інтернет портал [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.

75. Передача інформації про транспортні події та подальші дії працівників.

76. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті України, затверджене наказом МТУ від 16.10.2003 №800.

77. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті та метрополітенах України, затв. наказом Міністерства транспорту України від 22.03.2002 р. №196.

78. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті, затверджене наказом Мінінфраструктури від 03.07.2017 № 235, зареєстроване у Міністерстві юстиції України 25.07.2017 за № 904/30772

79. Положенням про систему управління безпекою руху поїздів в Державній адміністрації залізничного транспорту України, затверджене наказом МТЗУ від 19.04.2004.

80. Протодьяконов М.М. Изыскания и проектирование железных дорог. – М.: Трансжелдориздат, 1934, 330с.

81. Регламент дій працівників господарства перевезень, пов'язаних із рухом поїздів у нестандартних ситуаціях (ЦД-0048), затверджений наказом Укрзалізниці від 20.08.2003 р.

82. Ржаницын А.Р. Определение запаса прочности сооружений // Строительная промышленность , -№ 8, -1947. с 18-23.

83. Ржаницын А.Р. Статистическое обоснование расчетных коэффициентов. Материалы к теории расчетов по предельному состоянию, вып. II – М.: Стройиздат, 1949.

84. Розенберг Е.Н. Многоуровневая система управления и обеспечения безопасности движения поездов: дисс. ... доктора технических наук : 05.13.06, 05.22.08 / Розенберг Ефим Наумович. - Москва, 2004.

85. Розенберг И.Н., Цветков В.Я., Матвеев С.И., Дулин С.К. Интегрированная система управления железной дорогой»/ Под ред. В. И. Якунина. - М.: ВНИИАС, 2008 -164 с.

86. Самсонкин В.Н. Системный подход, как основополагающий метод исследования эргономики: сущность, применение в транспортных системах // Залізничний транспорт України. – 2008. - № 6. – С. 3-4.

87. Самсонкин В.Н., Мазуренко З.П. Отбор и подготовка персонала для обеспечения международных пассажирских перевозок // Залізничний транспорт України. – 2009. - № 4. – С. 40-43.

88. Сапожников В.В. Методы и средства оценки обеспечения безопасности систем железнодорожной автоматики / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Гавзом, Д.С. Марков / Автоматика телемеханика и связь. 1992, № 1, с. 4-7.

89. Сапожников В.В. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики. – М.: Транспорт, 1995. – 272 с.

90. Соколов А.И. К вопросу управления безопасностью движением на железных дорогах Украины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1999. - №6. – С. 17-19.

91. Соколов В.Б. Многоуровневая система повышения знаний по безопасности движения / В.Б. Соколов, В.В. Кравчук // Безопасность движения поездов: труды 7 научно-практ. конф., г. Москва, 26-27 октября 2006 г.: тезисы докл. – М., 2006. – С. 1-24-25.

92. Сокольский В.А. Принципы экономичности в строительном деле. – СПб., 1912. – 282 с

93. Стан справ аварійності на транспорті в Україні за 2019 рік [Електроний ресурс] / Директорат з безпеки на транспорті Міністерства інфраструктури України, 2020 .– Режим дступу: <https://mtu.gov.ua/files/bezpeka/>

94. Стратегія розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 №1555-р
95. Стрелецкий Н.С. Основы статистического учета коэффициента прочности сооружений. – М.: Стройиздат, 1947.
96. Талалаев В.И. Обеспечение безопасности движения – на уровень государственных стандартов // Автоматика телемеханика и связь. 1992, № 1, с. 2-4.
97. Тибилов Т.А. Асимптотические методы исследования колебаний подвижного состава / Тр. РИИЖТ. 1970. Вып. 78. – 224 с.
98. Типовая методика определения эффективности капитальных вложений. 3-е издание. / Эффективность капитальных вложений: Сборник утвержденных методик. М.: Экономика, 1983. – 128 с.
99. Ушкалов В.Ф., Редько С.Ф., Боярынцева Л.П. Математическая модель случайных вертикальных возмущений рельсовых экипажей // Вестник ВНИИЖТ. – 1986. - № 6. с 21-25.
100. Хачатуров Т.С. Вопросы измерения эффективности капитальных вложений.– М.: Наука, 1968. – 427 с.
101. Хачатуров Т.С. Эффективность капитальных вложений. – М.: Экономика, 1979, 335с.
102. Хоциалов Н.Ф. Запасы прочности // Строительная промышленность, -№1, - 1932. с.21-25.
103. Шалягин Д. В. Многоуровневые и многофункциональные системы управления и обеспечения безопасности движения поездов/ Д. В. Шалягин // Железнодорожный транспорт -М. : Транспорт. - 2006. -№3. - С. 32-38.
104. Шанайца П.С. Безопасности движения - первостепенное внимание // Железнодорожный транспорт – 2006 - №3.
105. Шахунянц Г.М. Техничко-экономические расчеты в путевом хозяйстве. – М., 1939, 244с.
106. Экономическая энциклопедия. Политическая экономия. / Гл. ред. А.М. Румянцев, т. 1. – М. "Советская энциклопедия", 1972, 560 с.