

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На правах рукопису

Тройнікова Олена Миколаївна

УДК: 656.256.3:625.162.4.003.13

**Економічний критерій підвищення ефективності технічних засобів
транспортного обслуговування на залізничних переїздах**

Спеціальність 08.07.04 – економіка транспорту і зв'язку

**дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук**

науковий керівник:
кандидат економічних наук, доцент
Колесников Олександр Володимирович

2006

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ 1. Аналіз техніко-економічних показників транспортного обслуговування на залізничних переїздах	8
1.1. Класифікаційні ознаки технічних засобів транспортного обслуговування на залізничному транспорті	8
1.2. Особливості процесу транспортного обслуговування на переїздах	18
1.3. Техніко-економічні показники транспортного обслуговування на переїздах	29
Висновки по розділу 1	54
Розділ 2. Оцінка економічної ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах	55
2.1. Існуючі методи оцінки	55
2.2. Оцінка економічної ефективності на основі статистичної моделі	61
2.3. Вихідні дані для економічної оцінки	84
Висновки по розділу 2	99
Розділ 3. Практичне використання оцінки економічної ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах	101
3.1. Економічне обґрунтування стратегії підвищення ефективності транспортного обслуговування перетинань транспортних потоків на залізницях України	101
3.2. Визначення областей параметрів економічно ефективного застосування існуючих технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах	106
3.3. Визначення областей параметрів економічно ефективного застосування перспективних технічних засобів транспортного обслуговування перетинань транспортних потоків	121
Висновки по розділу 3	139
Висновки	141
Список використаних джерел	143
Додатки	158

ВСТУП

Транспортний комплекс є однією з основних складових економіки України. При цьому єдина транспортна система розвивається з домінуванням залізничних перевезень

Одним з напрямків розвитку залізничних перевезень є створення системи швидкісного залізничного транспорту, що пов'язано з інтеграцією України в Європейське співтовариство й проголошенням її транзитною державою [40,51,71]. Створення такої системи є об'єктивною необхідністю для вирішення в Україні комплексу соціальних, економічних і екологічних проблем. У зв'язку з цим підвищуються вимоги до всіх елементів залізничного транспортного комплексу, що беруть участь у перевізному процесі.

Як і для будь-якого виду транспорту, для залізниці у ринкових умовах важлива якість транспортних послуг і їхня конкурентоспроможність. У цьому зв'язку

загострюється проблема транспортного обслуговування в місцях перетинання транспортних потоків в одному рівні - залізничних переїздах. Про масштаби цієї проблеми зокрема свідчить той факт, що на сьогоднішній день аварійність на залізничних переїздах майже у двічі вище, ніж на інших елементах верхньої будови колії магістральних залізниць України [89,90].

Актуальність теми. Значний вклад у розробку питань підвищення ефективності технічних засобів на залізничних переїздах з технічного боку зроблено вітчизняними вченими: Бойніком А.Б., Варбанцем М.Г. Скрипіним І.З.

Широко коло питань, пов'язаних з економічною ефективністю транспортного процесу, знайшло своє відображення у працях вітчизняних і зарубіжних економістів Абрамова А.П., Белова І.В., Волкова Б.А., Галабурди В.Г., Гибшмана А.Б., Іванової Б.А., Івлева І.В., Ковальова Д.І., Лившица В.Н., Пасічника В.І., Трихункова М.Ф., та ін.

При всій важливості й користі виконаної ними роботи, як свідчить статистика аварійності на переїздах, розглянута проблема не втратила актуальності й у цей час

Не дивлячись на високі темпи розвитку техніки й технології, спроби вирішити проблему транспортного обслуговування на залізничних переїздах тільки технічними методами не приносять бажаних результатів. Більш того, при зростанні транспортних потоків, залізничні переїзди все більш перетворюються у своєрідні «діри» в економіці країни, через які без усякої користі щорічно зникають сотні мільйонів гривень, наносячи при цьому великий моральний і екологічний збиток суспільству.

У той же час дослідження умов, які при мінімальних витратах дають високий економічний результат і забезпечують інвестиції в заходи щодо поліпшення транспортного обслуговування на переїзді, здатні докорінно вплинути на вирішення цієї гострої проблеми, яка не може бути розв'язана тільки технічними методами.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Наукова праця є ініціативною. Наведені в дисертації основні висновки, результати й рекомендації розроблені відповідно до тематики науково-дослідних робіт Української державної академії залізничного транспорту по темі «Проект Державної програми створення та функціонування міжнародних транспортних коридорів в Україні на період до 2005 року» і відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 29 січня 2003р. №56-р. „Про схвалення Державної програми забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах, вулицях міст, інших населених пунктів і залізничних переїздах на 2003-2007 роки”.

Мета й задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є вирішення науково-прикладної задачі з розробки економічного механізму до ефективного застосування технічних засобів транспортного обслуговування на залізничних переїздах. Реалізація даної мети потребує розв'язання наступних задач:

- визначити і обґрунтувати показники економічної ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на залізничних переїздах на основі аналізу їхніх технологічних ознак у системі технічних засобів транспортного обслуговування на залізницях;
- зробити аналіз комплексного економічного результату процесу транспортного обслуговування на переїзді;

- удосконалити математичний опис функціонування залізничного переїзду з метою моделювання процесу транспортного обслуговування;

- розробити послідовність визначення економічних втрат від зайвих простоїв транспорту й дорожньо-транспортних подій у процесі транспортного обслуговування на переїзді;

- розробити послідовність визначення області економічно ефективного використання технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах із застосуванням методів статистичного моделювання;

- визначити області основних параметрів, у яких забезпечується економічно ефективно застосування існуючих технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

- визначити області основних параметрів, у яких забезпечується економічно ефективно застосування перспективних технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

- розробити рекомендації з фінансування заходів підвищення ефективності технічних засобів транспортного обслуговування в місцях перетинання транспортних потоків.

Об'єктом дослідження є процес транспортного обслуговування на залізничних переїздах.

Предметом дослідження є економічні підходи для підвищення ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на залізничних переїздах.

Методи дослідження. У дисертації використані принципи системного аналізу для визначення економічних показників функціонально-повної системи технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

метод патентної статистики для аналізу розвитку світових і вітчизняних технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

метод статистичного моделювання для визначення економічних показників процесу транспортного обслуговування на залізничному переїзді;

метод суперпозиції при визначенні економічних показників різних систем технічних засобів, які забезпечують транспортне обслуговування на залізничному переїзді;

методи формалізації при розробці математичного опису й алгоритмів статистичної моделі.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів:

вперше:

- запропоновано економічний критерій, за яким доцільно проводити оцінку ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

- розроблена структурно-логічна схема визначення показників економічній ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

удосконалено:

- класифікаційні ознаки технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах;

дістало подальший розвиток:

- комп'ютерне моделювання економічних збитків від зайвих простоїв транспорту в процесі транспортного обслуговування на переїзді;

- обґрунтування переїзду, як соціального об'єкту, на основі чого запропоновано новий підхід до організації фінансування заходів щодо підвищення ефективності технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій мотивованим використанням фундаментальних положень економіки, загальноприйнятих теоретичних основ і методів стимулювання ефективної роботи нормативної бази, застосуванням класичних методів моделювання, статистичної бази та проведенням хронометражних спостережень реальних процесів обслуговування перетинання транспортних потоків.

Наукове значення роботи.

Дисертаційна робота має методологічний, теоретичний та прикладний характер. У роботі поглиблені та набули подальшого розвитку теоретичні та науково-методологічні положення стосовно вибору показників економічної ефективності

процесу транспортного обслуговування в місцях перетину транспортних потоків та особливостей їх визначення.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений в дисертації економіко-статистичний метод, є універсальним інструментом для вирішення цілого ряду практичних завдань для вибору найкращих технічних засобів транспортного обслуговування на залізничних переїздах.

Економічний ефект від впровадження результатів дослідження, при проектуванні закритим акціонерним товариством «Інститут Харківський Промтранспроект» пристроїв огорожування на трьох переїздах, становить 4320 грн на рік (додаток А).

Крім цього, розрахунки показують, що використання результатів дослідження для визначення найкращої сукупності пристроїв огорожування замість існуючих на п'яти переїздах Третьої дистанції колії Південної залізниці дає економічний ефект 25870 грн на рік (додаток А).

Матеріали дисертаційної роботи використані при підготовці фахівців, зі спеціальностей «Комп'ютерні інформаційно-керуючі системи» і "Автоматика й автоматизація на транспорті" (додаток А);

Особистий внесок здобувача. Результати наукового дослідження, подані в дисертаційній роботі, отримані автором самостійно й знайшли відображення в опублікованих працях.

Апробація результатів дисертації.

Основні наукові положення і практичні результати дисертації доповідались, обговорювались й були схвалені на п'яти міжнародних науково-практичних конференціях: „Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України 2004” (Коктебель); „Наука і освіта 2004” (Дніпропетровськ); „Динаміка наукових досліджень 2004” (Дніпропетровськ); „Науковий потенціал світу 2004” (Дніпропетровськ); «Наука в транспортному вимірі 2005» (Київ) та на 65,66,67-й науково-технічних конференціях УкрДАЗТу (2003, 2004, 2005рр.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано одинадцять наукових робіт. З них 6 статей у виданнях, які затверджені ВАК України як фахові, та 5 тез доповідей на наукових конференціях. Загальним обсягом 2,28 друк. арк.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ

1.1. Класифікаційні ознаки технічних засобів транспортного обслуговування на залізничному транспорті

Якість будь-якого виду транспорту на ринку транспортних послуг у першу чергу залежить від технічного рівня транспортного обслуговування, а потім уже від інших факторів: рівня маркетингу, рекламно-інформаційного забезпечення, організації сервісу та ін.

Рівень транспортного обслуговування прямо пов'язаний з технічними засобами, залізничного транспортного комплексу і якісними показниками транспортних послуг.

Якісні показники транспортних послуг містять у собі:

- погодженість - достатність продуктивності підсистем транспортного обслуговування;
- регулярність - доставлення "точно в строк";
- схоронність - мінімум сумарних втрат клієнта через порушення технічних умов транспортування або крадіжки вантажу;
- екологічну безпеку - властивість відповідності транспортного процесу екологічним нормам;
- безпеку - властивість залізничного транспортного комплексу не створювати небезпеку для здоров'я й життя пасажирів, а також для збереження перевезеного вантажу [95-97].

Таким чином, з п'яти перерахованих два якісних показники, безпосередньо, і ще два, побічно, залежать від безпеки залізничного транспортного процесу.

Безпеку доцільно розглядати, як благо, економічна теорія дає кілька підходів до визначення блага. Блага - все, що має в собі певний позитивний зміст, предмет, явище, продукт праці, що задовольняє певну людську потребу й відповідає меті і прагненням людини.

А. Маршалл під благом розумів усі бажані речі, що задовольняють потреби людини [33,52,54,73,100,143,144].

К. Менгер визначав благо, як здатність предмета задовольняти будь-яку потребу, що повинна бути усвідомлена людиною [33,52,54,73,100,143,144].

У цьому випадку найбільше підходить визначення блага, що трактується політекономом Ж.Б. Сейом. Він розумів блага «як засоби, які ми маємо для задоволення наших потреб», у даному випадку це засоби для перевезення пасажирів і вантажів залізничним транспортом. Безпека є одним з усвідомлених властивостей послуги при виборі виду транспорту, що задовольняє потребу в перевезенні [73].

Виходячи з викладеного, можна охарактеризувати безпеку залізничного транспортного процесу при перетинанні транспортних потоків, як засіб для задоволення життєво важливої потреби людини, що в остаточному підсумку

8

З Т П

вимагає експлуатації й класифікації залізничного транспортного комплексу. Залізничний транспортний комплекс можна визначити, як процес переміщення вантажів і пасажирів на мережі залізниць з метою забезпечення потреби населення в транспортних послугах, життєдіяльності всіх галузей економіки й національної безпеки держави.

З погляду технології безпеки залізничного транспортного процесу можна визначити, як властивість залізничного транспортного комплексу не створювати небезпеку для здоров'я й життя пасажирів, технічного персоналу й людей, що перебувають у зоні залізничного транспортного процесу, а також для збереження перевезеного вантажу, технічних засобів і навколишнього середовища [5-9,2-30,35]. Відомо, що безпека будь-якої реальної технічної системи може бути внутрішньою й зовнішньою [106]. Стосовно до залізничного транспортного процесу безпека внутрішня є властивість залізничного транспортного комплексу не порушувати безпеку залізничного транспортного процесу через внутрішні елементи залізничного транспортного комплексу. Безпека зовнішня є властивість залізничного транспортного комплексу забезпечувати безпеку залізничного транспортного процесу при впливі зовнішніх дестабілізуючих факторів (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Основні зв'язки забезпечення безпеки ЗТП

На рис. 1.1 показані тільки ті зв'язки й структурні елементи, які істотно впливають на безпеку. Так, внутрішню безпеку залізничного транспортного процесу визначають технічний персонал і технічні засоби залізничного транспортного комплексу, а пасажирів й вантажі, будучи пасивними учасниками залізничного транспортного процесу, істотного впливу на безпеку не мають. Тому на рисунку вони не показані у вигляді окремих структурних елементів. Зовнішня безпека залізничного транспортного процесу [106] буде визначатися властивостями окремих його елементів, забезпечуючи безпеку залізничного транспортного процесу при таких зовнішніх впливах:

- впливі несприятливих факторів екології, що погіршується (наприклад, в умовах зростаючої хімічної агресивності атмосфери);



-впливі дестабілізуючих природних факторів (ураганів, інтенсивних опадів та ін.);

- взаємодії об'єктів залізничного транспортного комплексу з технічними засобами й людьми, , що перебувають у зоні, залізничного транспортного процесу (наприклад, на залізничних переїздах, у місцях в'їзду й виїзду із цехів промислових підприємств).

Структура технічних засобів залізничного транспортного комплексу (рис. 1.2) свідчить, що особливу роль у забезпеченні безпеки залізничного транспортного процесу відіграють технічні засоби залізничної автоматики й телемеханіки [1,2,4, 10,61,64,87].

Рис. 1.2. Схема структури технічних засобів залізничного транспорту

Технічні засоби залізничної автоматики й телемеханіки за ступенем безпеки, відповідно до введеної в СНД класифікації, поділяються на пристрої, призначені для технологічних процесів високої відповідальності, й на пристрої, призначені для технічних процесів менш відповідальних. До технічних засобів високої відповідальності належать (рис.1.2):

- системи регулювання руху потягів на перегонах і станціях;
- напільні детектори, що установлені поблизу залізничного полотна й призначені для контролю й діагностики при русі потяга найбільш

відмовонебезпечних елементів рухомого складу;

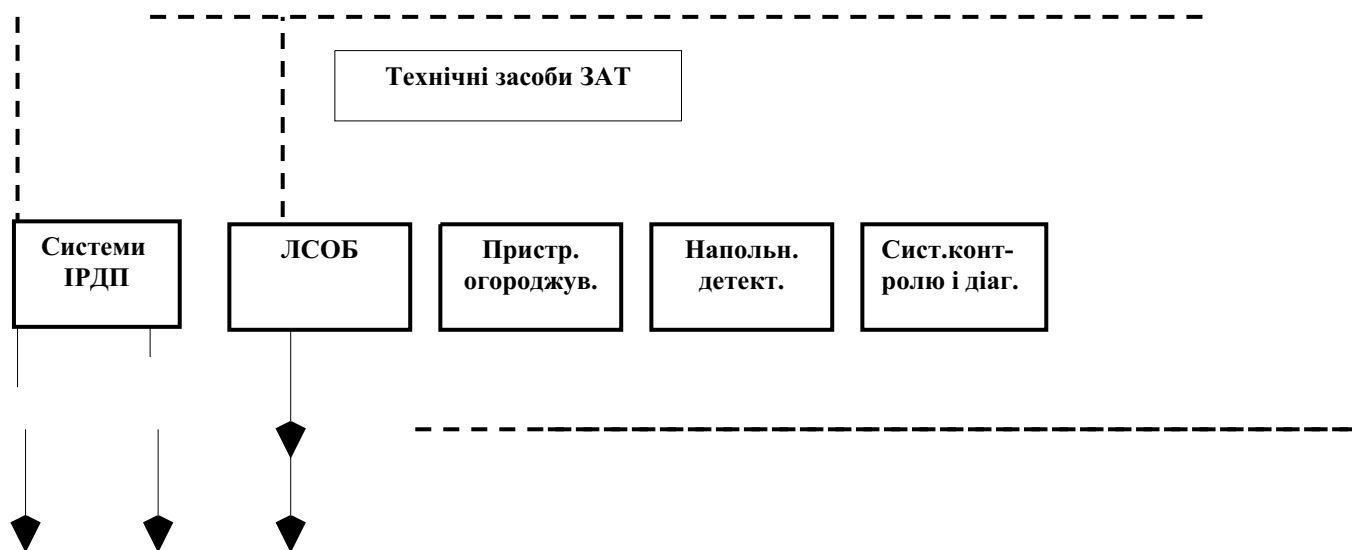
- системи контролю й діагностики різного типу, призначені для контролю й діагностики найбільш відповідальних елементів систем регулювання руху потягів, пристроїв енергопостачання тяги потягів, рухомого складу й колії

Напільні детектори й системи контролю й діагностики за внутрішньою безпекою не відповідають високій категорії відповідальності, але, за специфікою виконуваних функцій і технології використання, істотно підвищують внутрішню безпеку технічних засобів залізничного транспортного комплексу.

У свою чергу системи регулювання руху потягів поділяються на (рис. 1.2):

1. Системи інтервального регулювання руху потягів, найважливішою функцією яких є забезпечення безпеки руху потягів на перегонах і станціях за рахунок створення між рухомими одиницями захисних інтервалів. Важливою функцією цих систем є також підвищення пропускнуої здатності залізничних ділянок. Основними системами цього класу є: автоблокування - на перегонах і електрична централізація - на станціях.
2. Локомотивні системи забезпечення безпеки, призначені для забезпечення безпеки руху у випадку втрати пильності машиністом; ці системи призначені також для дублювання основних засобів інтервального регулювання руху потягів.
3. Пристрої огорожування небезпечних залізничних об'єктів, таких як залізничні переїзди, розвідні мости, тунелі, а також для огорожування місць можливих обвалів у гірських умовах.

Крім забезпечення безпечного регулювання руху потягів (за допомогою систем регулювання руху потягів), технічні засоби залізничної автоматики й телемеханіки безупинно контролюють справність найбільш відмовонебезпечних елементів не тільки своїх власних систем, але й справність окремих елементів верхньої будови колії, рухомого складу й пристроїв енергопостачання тяги потягів (рис. 1.3). При цьому такі класи технічних засобів залізничної автоматики й телемеханіки, як пристрої огорожування, напільні детектори й системи контролю



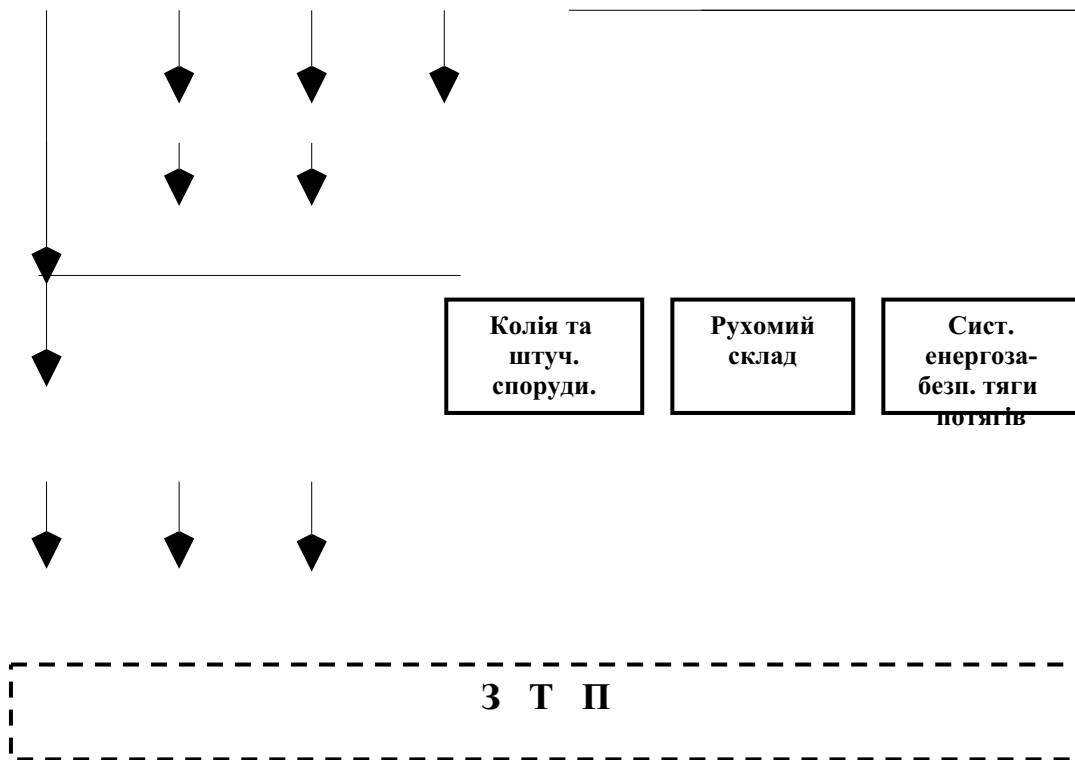


Рис. 1.3. Функціональна схема забезпечення безпеки залізничного транспортного процесу за рахунок технічних засобів залізничної автоматики й телемеханіки

й діагностики, функціонально призначені винятково для забезпечення безпеки.

Виходячи з вищесказаного, можна зрозуміти, чому системи залізничної автоматики й телемеханіки одержали другу назву "системи забезпечення безпеки"

Для повноти картини безпеки залізничного транспортного процесу розглянемо вплив людського фактора. Через те, що залізничний транспортний процес здійснюється на великих територіях при впливі безлічі дестабілізуючих факторів, його не можна вважати детермінованим. Із цієї причини важливою ланкою при керуванні на залізничному транспорті залишається оператор, а технічні системи залізничної автоматики й телемеханіки в більшості є "людина-машинами".

Практика показує, що ймовірність помилкових дій людини-оператора становить 10^{-2} - 10^{-3} , тобто людина в середньому робить одну помилку на 100-1000 операцій [65,66,97]. Через вплив людського фактора на безпеку велике значення має автоматизація процесу керування, що дозволяє або повністю автоматизувати виконання відповідальних операцій, або контролювати правильність дій оператора, знижуючи, таким чином, ймовірність виникнення небезпечної ситуації в системі "людина-машина". У загальній, кількості випадків порушення безпеки руху 78.6% або 943 випадки зв'язані тією чи іншою мірою з людським фактором [65,66,97].

Таким чином, специфікою технічних засобів залізничної автоматики й телемеханіки є не підвищення продуктивності і якості праці, а пріоритетність цілей забезпечення безпеки руху, що впливає з принципу: "чим менше відповідальних функцій по забезпеченню безпеки покладається на оператора, тим менша

ймовірність помилки, а, отже, і вища безпека", що скорочує ймовірність непередбачених подій.

Досвід експлуатації складних технічних систем показує, що врахувати всі фактори, що негативно впливають на безпеку, не вдається через їхнє різноманіття і їх випадкової не до кінця вивченої природи. Із цієї причини абсолютна безпека не може бути реально досягнута, тому необхідно розрізнити бажаний ідеал (абсолютну безпеку) і реально можливий на сьогодні рівень безпеки. З цього випливає, що в будь-якій реальній системі повинен існувати розумно припустимий ризик (рівень небезпеки), досягнення якого вимагає розумних економічних витрат.

Рівень припустимого ризику для людей, вантажів, навколишнього середовища й технічних засобів різний, але з морально-етичних і економічних міркувань, мабуть, найнижчим повинен бути рівень припустимого ризику для людини. З огляду на ту обставину, що пасажирів й вантажі переміщуються по одній і тій же транспортній мережі, рівень припустимого ризику для залізничного транспортного процесу повинен відповідати рівню припустимого ризику для людини. При цьому під ризиком людини в залізничному транспортному процесі мається на увазі ймовірність загибелі в результаті випадкової події, а під рівнем припустимого ризику людини розуміється рівень ризику, який людина здатна не враховувати через його відносну рідкість, і добровільно його допускає в обмін на якісь блага.

Широко визнаний і застосовується на практиці рівень припустимого ризику, рівний 10^{-6} - імовірності загибелі людини у себе вдома в результаті нещасного випадку [75]. Результати аналізу статистичних даних по аварійності на залізницях Укрзалізниці показують, що найнебезпечнішим місцем на залізничному транспорті є залізничні переїзди, що підтверджується статистикою.

Вартість основних фондів верхньої будови колії Укрзалізниці становить 7713521 тис. грн. У тому числі вартість основних фондів залізничних переїздів становить 0,5% всієї вартості основних фондів верхньої будови колії Укрзалізниці (табл. 1.1). Крім цього, загальна фізична довжина переїздів, як елементів верхньої будови колії, становить близько 38,6 км або 0,175% від довжини залізниць України, а частка дорожньо-транспортних випадків (ДТП) на переїздах становить 12,4% від усього ДТП по залізницях Укрзалізниці.

Таблиця 1.1

Вартість верхньої будови колії (у тис. грн)

Роки	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Вартість верхньої будови колії	5715950	5979467	6157858	6271318	6298978	6420506	6884205	7713521
У т.ч. вартість основних фондів переїздів	28722	29839	31092	31673	31717	32872	34481	39012

У той же час статистичні дані по аварійності на залізницях Укрзалізниці [15-25, 27,45,49,50,84,95,105,110,127], наведені в табл. 1.2, показують, що на частку переїздів в 2001р припадало по окремих залізницях від 7% (на Донецькій залізниці) до 17% (на Південній залізниці) дорожньо-транспортних подій. Тобто на залізничних переїздах аварійність у 1,5 - 2 рази вище, ніж на інших елементах верхньої будови колії.

Таблиця 1.2

Кількість дорожньо-транспортних подій на залізницях України
за 2000-2001 роки

Назва залізниці	Донецька		Львівська		Одеська		Південна		Південно-Західна		Придніпр	
	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000
Усього ДТП	232	466	150	399	231	497	126	241	213	474	209	349
ДТП на переїзд	17	12	25	26	38	22	22	11	22	19	20	16

Така ситуація істотно не змінюється принаймні протягом семи років, з 1997 по 2003рр. І це цілком природно, оскільки на залізничних переїздах в одному рівні перетинаються два транспортних потоки (залізничний й автомобільний), транспортні засоби яких різко відрізняються за довжиною, масою й динамічних характеристиках (рис. 1.4).

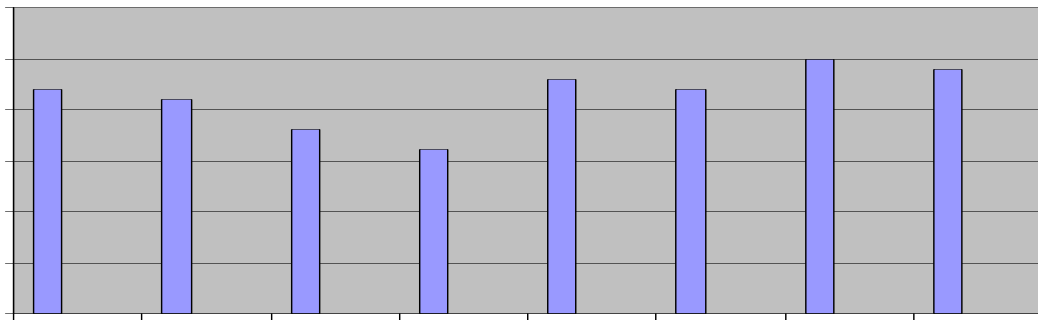


Рис. 1.4. Динаміка ДТП на переїздах Укрзалізниці на 100 переїздів за 1997 – 2004рр.

Крім цього, статистичні дані по аварійності на Укрзалізниці за 1997-2003 рр [15-21,45,50,84,105] свідчать, що підвищення безпеки на переїздах являє собою більш складне завдання, ніж підвищення безпеки на інших елементах залізничної мережі. Статистика показує, що в 2001р. на залізничній мережі відбувся різкий спад аварійності на всіх залізницях України, приблизно у два рази (рис. 1.5).

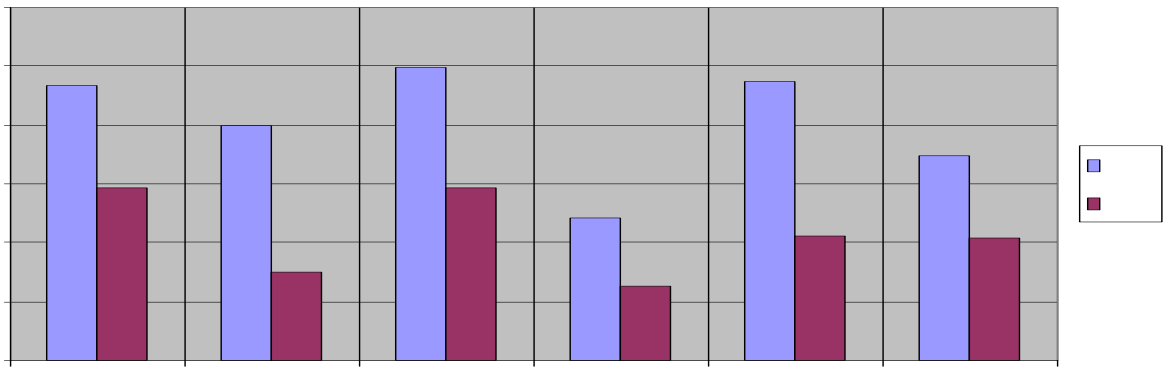


Рис. 1.5. Кількість ДТП на дорогах Укрзалізниці за 2000-2001 роки

Є всі підстави стверджувати, що це відбулося за рахунок зміцнення трудової дисципліни. Однак на залізничних переїздах зниження аварійності в 2001р. не відбулося, аварійність навіть збільшилася (рис. 1.6). Це свідчить про те, що тільки організаційним шляхом це завдання на переїздах не вирішується.

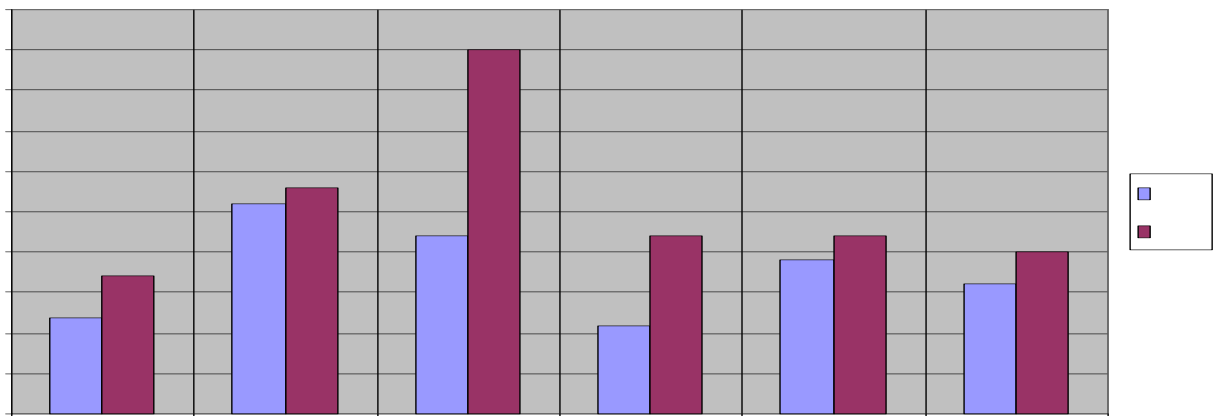


Рис. 1.6. Кількість ДТП на переїздах Укрзалізниці за 2000-2001 рр.

Найбільш повне вирішення проблеми безпеки на переїздах може бути досягнуте за рахунок будівництва розв'язок у різних рівнях. Однак прийнято вважати, що такий шлях економічно виправданий лише в окремих конкретних випадках для магістральних ділянок з високими швидкостями й інтенсивністю руху залізничного транспорту.

У багатьох випадках, особливо при розташуванні переїздів у межах населених пунктів і промислових підприємств, будівництво розв'язок найчастіше пов'язане з додатковими витратами через наявність поблизу переїздів цивільних споруд, виробничих будівель і комунікацій. Тому основними засобами підвищення безпеки руху транспорту на більшості перетинань є застосування автоматичних огорожувальних пристроїв.

У зв'язку з цим проблема безпеки на залізничних переїздах має ряд яскраво виражених економічних аспектів. Дослідження цих аспектів дозволяє підсилити й конкретизувати вплив економічних методів на технічну політику як в галузі пристроїв огорожування переїздів, так і в галузі технічних засобів залізничної безпеки в цілому, що особливо важливо на сучасному етапі розвитку економіки України.

Виходячи з викладеного, можна зробити висновок, що у сфері транспортного обслуговування проблема безпеки на залізничних переїздах є актуальною й від її успішного

вирішення в значній мірі залежить якість транспортного обслуговування на залізницях у цілому. Тому галузь подальших досліджень доцільно обмежити пошуком шляхів підвищення ефективності пристроїв огорожування залізничних переїздів за рахунок використання економічних методів, маючи на увазі, що отримані результати можна буде застосувати для підвищення ефективності технічних засобів залізничної безпеки в цілому.

1.2. Особливості процесу транспортного обслуговування на переїздах

В Україні, як і на всьому пострадянському просторі, економічний підхід до питання забезпечення безпеки на залізничних переїздах можна сформулювати таким чином: витрати на пристрої огорожування переїзду повинні бути мінімальними, але достатніми для забезпечення розумно припустимого рівня небезпеки або рівня припустимого ризику (п.1.1). У результаті чого поширення одержали системи пристрою огорожування переїзду, які діють за принципом фіксованої відстані, які тепер прийнято вважати традиційними [37,38].

Традиційні системи пристроїв огорожування переїздів з фіксованою відстанню ґрунтуються на ідеї, суть якої полягає в тому, що необхідною і достатньою функцією для забезпечення безпеки на переїзді є своєчасне і надійне повідомлення водіїв автотранспортних засобів і пішоходів про наближення потяга. Ця ідея проста і тому системи пристроїв огорожування переїздів з фіксованою відстанню виявились відносно дешевими щодо технічної реалізації.

Досвід експлуатації систем пристроїв огорожування переїздів з фіксованою відстанню свідчить, що негативною властивістю всіх традиційних технологій керування пристроями огорожування є неминучість зайвих простоїв автотранспорту перед закритим переїздом. Це відбувається тому, що практично в усіх традиційних технологіях, керування пристроями огорожування, здійснюється за принципом фіксованої відстані, суть якого полягає в тому, що закриття переїзду для руху автотранспорту відбувається при наближенні потяга до переїзду на строго визначену фіксовану відстань, яка називається ділянкою наближення () [37].

(1.1)

де t_{\min} - мінімальний час повідомлення про наближення потяга до переїзду, необхідний для забезпечення безпеки руху автотранспорту, хв;

v_{\max} - максимальна швидкість руху потяга на ділянці розташування переїзду, км/год.
З формули (1.1) впливає [37]

(1.2)

При фактичній швидкості руху потягу вираз (1.2) набуває вигляду

(1.3)

де $t_{\text{факт}}$ - фактичний час повідомлення (хв).

З виразів (1.2) і (1.3) можна зробити висновок, що мінімальний час повідомлення, а, отже, і мінімальний час закритого стану переїзду буде тільки при максимальній швидкості руху потяга.

Але оскільки фактична швидкість руху потяга, як правило, менше максимальної, то звичайно більше , через що й з'являються зайві простої.

Проблема зайвих простоїв автотранспорту давно набула глобальних масштабів, і останнім часом істотно загострилася в Україні [37,118-120,123,124]. Це пов'язано зі збільшенням швидкості й інтенсивності руху автотранспорту при переході України до нових економічних відносин і зокрема розвитку приватного підприємництва. Проблема зайвих простоїв носить яскраво виражений економічний характер і містить у собі три складові.

Перша складова пов'язана з прямими економічними втратами через непродуктивну витрату часу й пального під час зайвих простоїв автотранспорту [37,118-120,123,124].

Друга складова виникає через те, що зайві простої перед закритим переїздом формують у водіїв автотранспорту недовіру до пристроїв огорожування і провокують на проходження через переїзд із порушенням правил дорожнього руху. Це приводить до економічних втрат при дорожньо-транспортних подіях, що виникають додатково за рахунок зниження безпеки через зайві простої.

Суть третьої складової в тому, що зайві простої автотранспорту спричиняють додаткові викиди шкідливих речовин, що значно погіршує екологічну обстановку поблизу переїзду й вимагає додаткових економічних витрат для відновлення екології навколишнього природного середовища.

Сформована ситуація значною мірою відображає відомче відношення до проблеми забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах [37]. Відомчий підхід, що сформувався в середині минулого сторіччя, мало відповідає економічній ситуації, що складається сьогодні в Україні.

Відповідь на питання, чому так вийшло, варто шукати на макроекономічному рівні. За характером функціонування залізничні переїзди є об'єктами загального користування. Більш того, у складі транспортних потоків, що перетинаються на переїздах, основна питома вага припадає на громадський транспорт (автомобільний і залізничний), а також автотранспортні засоби приватного користування. Тому переїзди мають конкретні ознаки об'єктів соціального призначення. Через це корисність від застосування пристроїв огорожування переїздів носить суспільний характер, тому що підвищує якість транспортних послуг за соціально важливим показником - безпеки для широких мас населення і має конкретний економічний потенціал. Ця корисність дає загальнонаціональний економічний ефект.

Крім цього, поліпшення якості послуг залізничного транспорту за рахунок застосування пристроїв огорожування переїздів підвищує його конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг і дає галузевий ефект. Якщо врахувати, що застосування пристроїв огорожування переїздів підвищує безпеку, а, отже, і якість послуг автомобільного транспорту, що належить підприємствам різних галузей народного господарства, то є підстава вважати, що йдеться про багатогалузевий загальногосподарський ефект.

У той же час, даючи загальнонаціональний і галузевий ефекти, пристрої огорожування переїздів входять до складу залізничного транспортного комплексу і всі видатки з їхнього проектування, розробки, будівництва, утримування несе залізничне відомство. Такий стан справ не зовсім логічний і суперечить об'єктивно діючим економічним законам, у тому числі положенням, висловленим у XIX столітті А. Вагнером, що служив економічним радником канцлера Німеччини Бісмарка. Згодом ці положення підтвердилися в економічному розвитку багатьох країн світу й одержали назву закону Вагнера [114,121,122].

В одному з положень Вагнера стверджується, що в період прискореного технічного розвитку країни державна активність, державні витрати ростуть випереджальними, у порівнянні з ростом економіки, темпами в тих сферах, де вигоди від надаваних послуг мало сприйнятливі до економічної оцінки. Насамперед це стосується соціальної сфери й сфери, що має соціальні ознаки, до якої можна віднести й забезпечення безпеки об'єктів загального користування. Пояснюється це тим, що ринок має певну обмеженість, і держава є тим інститутом, який здатний заповнити прогалини у функціонуванні ринкового механізму. Наприклад, конгрес США з 1973 р.

здійснює фінансування програми «Ділянка 130 (203)», спрямованої на модернізацію пристроїв підвищення безпеки на переїздах [45]. Структура фінансування цієї програми у 80-х рр. (табл. 1.3) свідчить про те, що майже 90% асигнувань на модернізацію технічних засобів безпеки забезпечувалися федеральним урядом і урядом штату, і тільки 10,5% - залізницею.

У цей час відбулася зміна даного співвідношення у бік підвищення частки місцевої влади (при цьому трохи зросла частка асигнувань, яка забезпечується самою залізницею).

Що стосується технічного утримування й експлуатації переїздів, то (табл. 1.3) у 80-х рр. основні видатки (133,1 млн. дол.) несла залізниця. В 2001 р. залізниця на ці потреби виділила 155 млн. доларів [45,55-59].

Таблиця 1.3

Середньорічні видатки на модернізацію пристроїв безпеки переїздів на залізницях США в 1985-1987рр. (тис. дол)

Напрямок видатків	Джерело фінансування			Разом
	Федеральний уряд	Штат/місцева влада	Залізниця	
Технічне утримування й експлуатація	-	16400	133100	149500
На поліпшення пристроїв на переїздах	297700	167600	54700	520000
Усього	297700	184000	187800	669500

Документи фінансової звітності Укрзалізниці не мають окремої форми з фінансування модернізації пристроїв безпеки на залізничних переїздах. Тому для порівняння обмежимося структурою капітальних вкладень в основні фонди залізниць України.

Аналізуючи джерела вкладень в основні фонди Укрзалізниці можна зробити висновок, що фінансування відбувається тільки за рахунок власних коштів відомства (більше 95%).

Таблиця 1.4

Капітальні вкладення в основні фонди Укрзалізниці (млн. грн)

Роки	Освоєно капітальних вкладень			
	Усього	За рахунок держ . бюджету	За рахунок місцевого бюджету	За рахунок власних коштів
1996	546.1	16	-	530.1
1997	511.6	0.6	-	511.2
1998	714.5	-	0.6	713.2
1999	1008.2	4.0	0.1	1004.1
2000	1075.3	0.3	-	1075.0

Повертаючись до відомчого підходу в експлуатації переїздів, необхідно відзначити, що в командній економіці, втім як і зараз в Україні, залізничний транспортний комплекс є державною власністю і тому залізничному відомству, як видно, призначалася роль регулятора господарсько-економічного механізму. Однак відомство - не державний уряд, йому в більшій мірі властиві не державні, а відомчі, корпоративні, інтереси.

У результаті у цей час пристрої огорожування переїздів мають зазначені вище економічні особливості. Стає зрозуміло, чому ці особливості негативно впливають на автотранспорт і навколишнє середовище (викликають зайві простої автотранспорту, перевитрату пального. погіршують екологію й т.д.) і в той же час забезпечують абсолютний пріоритет для руху

залізничного транспорту.

Аналіз показує, що проблема безпеки на залізничних переїздах залишається досить актуальною в технічному, соціальному й економічному аспектах. Статистичні дані [15-21] свідчать, що число дорожньо-транспортних подій у період існування СРСР і в перші роки після його розпаду (з 1978 по 1994рр.) постійно зростало. Викликано це ростом інтенсивності руху залізничного й автомобільного транспорту (потяга-автомобілів) через переїзди за рахунок збільшення числа автомобілів.

З рис. 1.7 видно, що з 1984 р. ріст дорожньо-транспортних подій різко підвищився. Це не можна пояснити тільки збільшенням потяга-автомобілів, особливо в 90-х рр., коли почала знижуватися інтенсивність залізничних перевезень. (За період з 1990 по 2000 рр. обсяг перевезень вантажів знизився в 4.2 рази [45]).

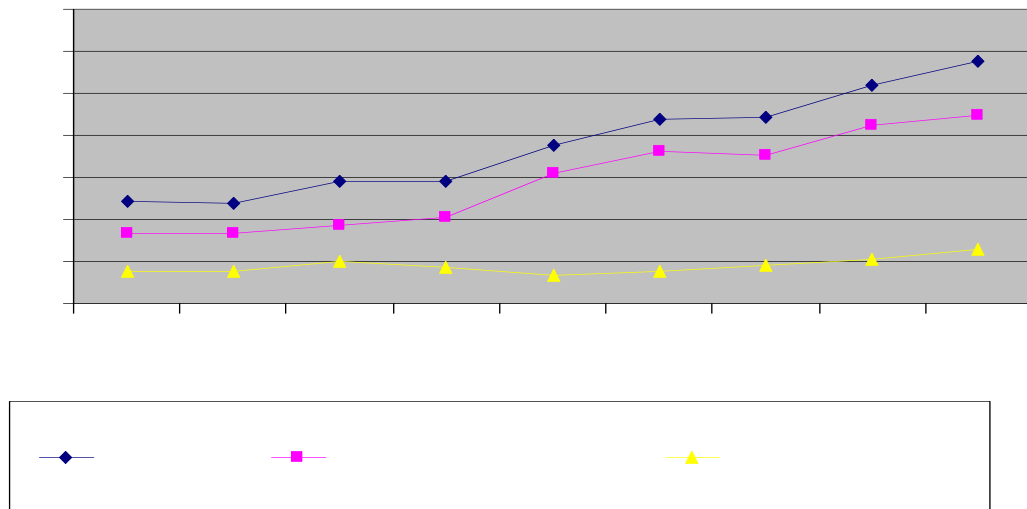


Рис. 1.7. Статистика ДТП на переїздах СРСР і СНД

Викликано це у першу чергу падінням загального рівня дисципліни водіїв автотранспорту у 1984-1991 рр. й у перші роки розпаду СРСР (1991-1994рр.). Однак основною причиною росту числа дорожньо-транспортних подій є неефективність традиційних технічних засобів огорожування переїздів в умовах впливу людського фактора.

Для аналізу причин впливу людського фактора на ефективність технічних засобів пристроїв огорожування переїздів уявимо процес функціонування залізничного переїзду у вигляді взаємодії на переїзді деякої множини людино-машинних технічних систем (рис. 1.8), до яких належать:

- технічні засоби пристрою огорожування переїздів із черговим по переїзду;
- залізничний рухомий склад з локомотивною бригадою;
- множина автотранспортних одиниць із водіями.

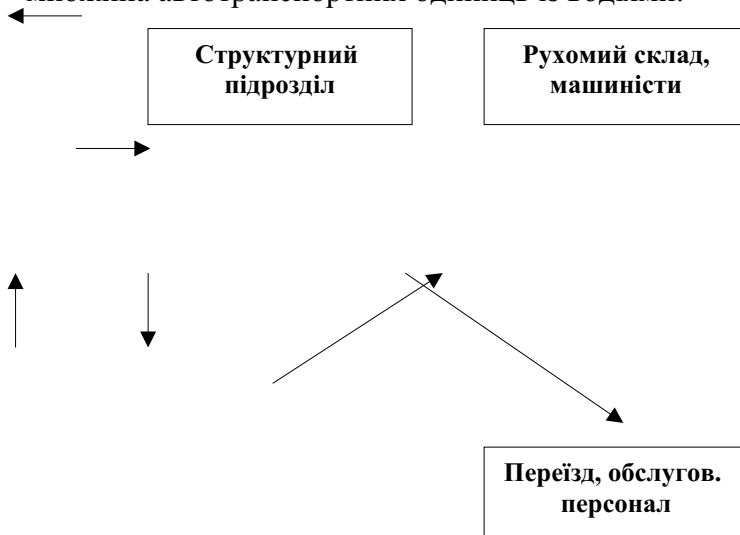




Рис. 1.8. Схема взаємодії суб'єктів господарювання на переїзді

Важливими ланками розглянутого процесу є люди - людський фактор: черговий по переїзду [30,104], локомотивна бригада, водії автотранспортних засобів, що володіють різними суб'єктивними якостями. Як відзначалося вище, людина в процесі ручного керування в середньому робить одну помилку на 100-1000 операцій [65,66,97,113]. При цьому кожна помилка в розглянутому випадку може привести до дорожньо-транспортної події, у тому числі й з великим матеріальним збитком.

Аналіз статистичних даних [15-21] про причини дорожньо-транспортних подій (ДТП) на переїздах Укрзалізниці за останні роки (1997-2003) показує (рис. 1.9), що переважна більшість ДТП обумовлена людським фактором - помилками й недисциплінованістю водіїв. У тому числі: 61% ДТП відбувається через виїзд автотранспортних засобів на переїзд після його закриття; причиною 27% ДТП є наявність на переїзді зупиненого автотранспортного засобу або розвалу вантажу. Зазначені ДТП (88% від загальної кількості) традиційні пристрої огорожування переїздів запобігти не можуть, тому що це взагалі не передбачено функціями, які вони повинні виконувати (додаткові статистичні дані подані в додатку Б).

Відомі такі заходи забезпечення безпеки на залізничних переїздах:

- активні заходи (спрямовані на вирішення проблеми в цілому); у цьому випадку це організаційні заходи, що підвищують свідомість і відповідальність усіх учасників транспортного процесу;

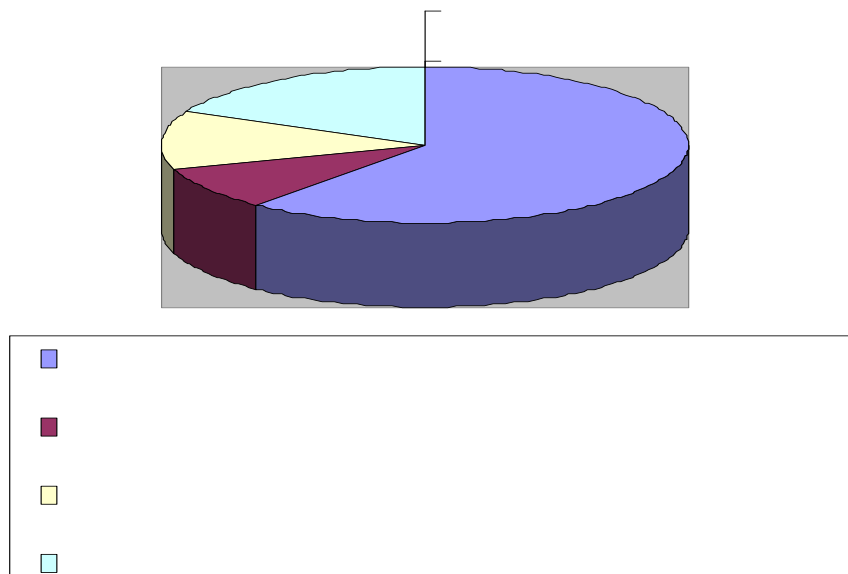


Рис. 1.9. Частковий розподіл дорожньо-транспортних подій за причинами виникнення

- пасивні заходи (спрямовані на підвищення безпеки кожного об'єкта окремо); у цьому випадку підвищення технічної ефективності пристроїв огорожування переїздів у забезпеченні безпеки кожного окремого переїзду [31,32,34,61,64, 103,107-109,148-150].

Організаційні заходи щодо підвищення безпеки руху давно знайшли поширення в найбільш розвинених країнах, що мають високий рівень правової культури населення (Європа, Північна Америка, Японія) (табл.1.5) [57,58,80,98]. В останні роки ці заходи застосовуються й на пострадянському просторі. Наприклад, у Росії в 1999 р. була розроблена "Концепція підвищення безпеки руху на залізничному переїзді на період 2000-2005рр." Відповідно до цієї концепції, з 2001р. перед початком весняно-літнього транспортного сезону щорічно проводиться комплекс профілактичних і виховних заходів за участю патрульних груп Державтоінспекції [25]. Однак варто враховувати, що ці заходи не можуть охопити всі верстви населення й у першу чергу не ефективні серед найбільш недисциплінованих учасників транспортного процесу, головних винуватців росту ДТП.

Аналіз дорожньо-транспортних подій свідчить про те, що існують багато причин порушень водіями автотранспортних засобів правил проїзду через переїзд (табл. 1.5). [26]

Таблиця 1.5

Причини порушень правил проїзду залізничних переїздів у Японії

Причини порушень	Автоматизовані переїзди, %
1. У межах видимості потяга не було	19
2. Вважав, що потяг з'явиться не швидко	21
3. Був впевнений, що пристрої огорожування, справні, але не міг чекати	8
4. Дуже квапився	6
5. Вважав, що пристрої огорожування несправні	5
6. Вважав зупинку й початок руху транспортного засобу досить важкими	3
7. Бачив потяг, що наближається до переїзду, але вважав, що встигне проїхати небезпечну зону	9
8. Любить ризикувати	9
9. Вважав, що встигне проїхати, тому що дзвінок тільки ввімкнувся	10
10. Інші	10

Тому важливим шляхом забезпечення безпеки на залізничних переїздах України в умовах впливу людського фактора, що підсилюється, є підвищення ефективності технічних засобів пристроїв огорожування переїздів, засноване на використанні економічних методів [101,102].

Одним з економічних методів, запропонованих у роботі, виступає економічна оцінка оснащення переїзду на основі показника економічної ефективності, саме така оцінка здатна обґрунтувати ту або іншу сукупність технічних засобів, здатних забезпечити безпеку на певному переїзді.

Економічний ефект будучи показником економічної ефективності, є конкретною формою виявлення закону економії часу, що особливо близько до даної проблеми, коли економічні втрати прямо пов'язані із простоями автотранспортних засобів перед переїздом [52,120,130,131].

У сучасних економічних літературних джерелах економічна ефективність використовується в різних аспектах господарської діяльності, наприклад економічна ефективність науково-технічного прогресу, соціальна ефективність, ефективність пристроїв безпеки, це нелогічно вже тому, що всі аспекти спрямовані на поліпшення добробуту суспільства, на максимальне задоволення його потреб, що говорить про нерозривний зв'язок між даними поняттями. Тому в даній роботі оцінку ефективності технічних засобів огорожування переїздів пропонується проводити з погляду отриманого техніко-економічного й соціального ефектів [12,13,125,126,142, 145].

Для досягнення цієї мети необхідно:

1. Визначити технічну структуру системи пристроїв огорожування переїздів, яка найбільш функціонально прийнятна для транспортного обслуговування на переїздах;

2. Розробити інструмент для багатоцільового використання при техніко-економічному обґрунтуванні (ТЕО) рішень на всіх етапах дослідження, розробки й практичного застосування технічних засобів безпеки перетинання транспортних потоків, зокрема:

- ТЕО розв'язок у різних рівнях;
- ТЕО НІР, НІОКР і проектування нових пристроїв огорожування переїздів;
- ТЕО вибору системи пристроїв огорожування переїздів для устаткування нових переїздів

;

• техніко-економічний аналіз ефективності окремих пристроїв огорожування переїздів, а також технічних засобів огорожування існуючих переїздів;

• статистичне моделювання транспортного процесу на переїздах з метою одержання додаткової інформації для нових технічних засобів огорожування.

1.3. Техніко-економічні показники транспортного обслуговування на переїздах

Аналіз впливу технічних засобів огорожування переїздів на якість транспортного обслуговування (п.1.2) дозволяє зробити такі висновки:

1. Технічні засоби традиційних пристроїв огорожування переїздів (п.1.2) мають недоліки, у результаті чого стається велика кількість дорожньо-транспортних подій (ДТП) і виникають зайві простой автотранспортних засобів. Це приводить до значних непоправних економічних втрат, до морального збитку й, як результат, до збільшення економічних ризиків клієнтів і зниження якості послуг залізничного й автомобільного транспорту;

2. Основною причиною технічної недосконалості традиційних пристроїв огорожування переїздів є їхня функціональна недостатність. У результаті цього близько 90% ДТП в Україні стається з причин, які існуючі пристрої огорожування не можуть запобігти. Непродуктивні ж простой автотранспортних засобів за попередніми оцінками перевищують у півтора-два рази необхідні технологічні простой на переїздах [71,111];

3. Найбільш діючим шляхом підвищення якості транспортного обслуговування на переїздах в умовах України є розширення функціональних можливостей пристроїв огорожування переїздів за рахунок функцій, здатних виключити ДТП і зайві простой автотранспортних засобів.

З урахуванням викладеного, для економічної оцінки безпеки на переїздах пропонується застосувати підхід, який впливає з агрегатної структури технічних засобів, що застосовуються в цей час в Україні. При цьому агрегатна структура розглядається у вигляді сукупності технічних засобів, що складається з окремих пристроїв, кожний з яких виконує конкретну технологічну функцію й технічно інтегрується з іншими пристроями в єдину систему.

За функціональним призначенням в технічній структурі будь-якої системи пристроїв огорожування переїздів можна виділити базовий агрегат, яким є автоматична переїзна світлофорна сигналізація (АПСС). Базовий агрегат виконує найважливішу функцію - завчасно сповіщає водіїв автотранспортних засобів про наближення потяга до переїзду. Без цієї функції, при нинішній ідеології побудови систем пристроїв огорожування переїздів, принципово не можливе забезпечення безпеки руху на переїзді.

Залежно від умов експлуатації, традиційна система (п. 1.2) пристроїв огорожування може застосовуватися у вигляді базового агрегату, як самостійна система, а може, з метою розширення функціональних можливостей, бути доповнена іншими, додатковими агрегатами. В Україні як додаткові пристрої знайшли застосування:

- автоматична місячно-біла сигналізація (МБС), що значно поліпшує інформаційне забезпечення пішоходів і водіїв автотранспортних засобів про ситуацію на переїзді;
- автоматичні переїзні шлагбауми, що перекривають більш половини (не повністю) проїзної частини переїзду.

Необхідно відзначити, що система пристроїв огорожування переїздів, навіть якщо вона містить у собі всі зазначені пристрої, не є функціонально повною. Функціонально-повну систему пристроїв огорожування переїздів можна визначити на основі вивчення статистичних даних про причини ДТП.

І справді, якщо традиційну систему пристроїв огорожування переїздів доповнити функціями (агрегатами), які в сукупності здатні нейтралізувати ряд причин ДТП, встановлених у результаті аналізу статистичних даних, і при цьому звести до мінімуму технологічні простоти автотранспортних засобів, то це й буде функціонально-повна система (ФПС).

Не важко переконатися, що агрегатний підхід до питання економічної ефективності технічних засобів пристроїв огорожування переїздів доцільний як у теоретичному, так і в практичному плані.

У теоретичному плані у дослідженні економічної ефективності технічних засобів пристроїв огорожування переїздів даний підхід дозволяє застосувати принцип, який умовно можна назвати принципом суперпозиції.

Перефразувавши класичне визначення принципу суперпозиції: «Результат декількох одночасних впливів на розглянуту систему дорівнює алгебраїчній сумі результатів, які виходять, якщо кожний вплив провадиться по одинці» [100] для даного підходу, при певних допущеннях можна сказати, що вартісна оцінка результату впливу системи агрегатів огорожування переїздів на процес транспортного обслуговування на переїзді, дорівнює алгебраїчній сумі вартісних оцінок окремих агрегатів, інтегрованих у дану систему, результати, впливи яких розглядаються в строго певній послідовності.

Умови застосування принципу суперпозиції в цьому випадку не зовсім відповідають класичному визначенню, оскільки параметри впливу технічних засобів на процес транспортного обслуговування й результати транспортного обслуговування зв'язані випадковими кореляційними залежностями. Проте його застосування в сполученні із принципами статичного моделювання може дати достовірні результати. Для цього необхідно економічну ефективність технічних засобів пристроїв огорожування переїздів розглядати як суму економічних ефектів окремих агрегатів, інтегрованих у систему пристроїв огорожування переїздів у строго певній послідовності, що буде визначена нижче. На основі такого підходу, зокрема, можливі:

- розробка оцінки для визначення економічної ефективності існуючих і перспективних технічних засобів пристроїв огорожування переїздів;
- вибір сукупності агрегатів пристроїв огорожування переїздів економічно найбільш ефективною для заданих умов експлуатації;
- визначення умов експлуатації переїздів, при яких забезпечується економічно ефективно застосування різних сукупностей агрегатів пристроїв огорожування переїздів; економічне обґрунтування розв'язок у різних рівнях і ін.

У практичному плані підхід дозволяє:

- уникнути технічної надмірності при розробці й проектуванні пристроїв огорожування переїздів, з чого випливає скорочення грошових коштів і експлуатаційних видатків;
- реконструювати технічні засоби пристроїв огорожування переїздів при зміні умов експлуатації, наприклад при зміні інтенсивності руху транспорту через переїзд і ін.

Для аналізу техніко-економічних показників якості транспортного обслуговування на залізничних переїздах України визначимо сукупність функцій функціонально повної системи пристроїв огорожування переїздів і сукупність пристроїв, що технічно забезпечують виконання цих функцій.

Склад додаткових функцій пристроїв огорожування переїздів, які в сукупності з базовою функцією дозволяють одержати функціонально повну систему, визначимо на основі аналізу

статистичних даних з причин ДТП по Укрзалізниці.

Аналіз причин ДТП на переїзді, виконаний вище (рис.1.9), свідчить, що найбільш часто ДТП стаються через в'їзд автотранспорту на переїзд після вмикання заборонної сигналізації. Для запобігання цих ДТП необхідно з моменту вмикання заборонної переїзної сигналізації повністю перекрити проїзну частину переїзду для в'їзду автотранспортних засобів з одночасним забезпеченням можливості їхнього виїзду з небезпечної зони переїзду.

Друге місце за чисельністю посідають ДТП, що стаються через знаходження в небезпечній зоні переїзду перешкод через розвал вантажів, перебування на переїзді великих тварин і раптової зупинки автотранспортних засобів. Не допустити ДТП у цих випадках можливо шляхом контролю аварійної ситуації на переїзді, яка виникає через зазначені причини, і своєчасної передачі інформації про це машиністу потяга, що наближається.

Можливий інший, більш надійний, варіант забезпечення безпеки при виникненні аварійної ситуації на переїзді. Машиністу, потяга, що наближається до переїзду, можна передавати інформацію про стан пристроїв огорожування переїзду й відсутності аварійної ситуації, що виникає не тільки через наявність перешкод у небезпечній зоні переїзду, але й з інших причин. Наприклад, при несправності пристроїв огорожування переїзду, відсутності енергопостачання й ін. У підсумку виходить, що кожний потяг, який наближається, ніби дає заявку на проходження через переїзд і у відповідь одержує дозвіл на проходження через переїзд тільки у випадку повної безпеки.

Перейдемо до аналізу сукупності технічних агрегатів, що утворюють функціонально повну систему пристроїв огорожування переїздів. Із цією метою визначимо існуючий технічний рівень, а також перспективи розвитку технічних засобів пристроїв огорожування переїздів і їхню вартісну динаміку. Це завдання в даній роботі вирішувалося на основі методу патентної статистики. В основу цього методу покладений аналіз динаміки й тематичної структури світового потоку винаходів.

Суть застосування даного методу в даному випадку зводиться до такого. Аналізувалися патенти в галузі пристроїв огорожування залізничних переїздів за останні 10 років і класифікувалися за найбільш істотними ознаками (виконуваними функціями, принципами побудови, елементною базою й ін.). За частотою патентів визначалися найбільш перспективні технічні пристрої огорожування, а також їх характеристики, необхідні для подальшого аналізу.

Основною перевагою методу патентної статистики є його вірогідність, оскільки він виключає неперевірені відомості й відомості, що переслідують рекламні цілі.

Зіставляючи результати аналізу, отримані на основі використання методу патентної статистики, з набором функцій, необхідних для найбільш повної нейтралізації причин ДТП на переїздах Укрзалізниці, можна одержати перелік агрегатів, що утворюють функціонально повну систему пристроїв огорожування переїздів для умов експлуатації в Україні (табл.1.6).

Визначимо показники економічної ефективності використання технічних засобів огорожування переїздів, які необхідні для наступної розробки математичної моделі економічної ефективності транспортного обслуговування в місцях перетинання транспортних потоків. Для розглянутого випадку застосовні такі нормативні показники економічної ефективності:

- сумарний за розрахунковий період економічний ефект від застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді [102];
- індекс прибутковості, який ще має назву індекс рентабельності інвестицій [12, с.286].

Сумарний народногосподарський економічний ефект від застосування пристроїв огорожування переїздів за розрахунковий період T визначається за канонічною формулою [102]:

$$, \quad (1.4)$$

де - вартісна оцінка результатів застосування за розрахунковий період T ;

- витрати на застосування пристроїв огорожування переїздів за розрахунковий період T .

Вартісна оцінка результатів застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді за розрахунковий період T , з урахуванням різночасності їхнього одержання, визначається як

$$, \quad (1.5)$$

де – річні результати за кожний рік розрахункового періоду;

- коефіцієнт дисконтування (приведення), що приводить витрати до розрахункового року. За розрахунковий рік приймається найбільш ранній календарний рік із всіх розглянутих варіантів заходу науково-технічного прогресу, що передує початку використання технічних засобів транспортного обслуговування [16,102].

$$, \quad (1.6)$$

де - норма річного прибутку на вкладений капітал (норма дисконту); визначається за депозитними відсотками внесків у відносно стабільній іноземній валюті з урахуванням інфляції й ризику банкрутства комерційних банків, що приймають відповідні депозити ($=0.1$) [12,с.286].

Витрати за розрахунковий період на технічні засоби транспортного обслуговування на переїзді визначаються за формулою [102]:

$$, \quad (1.7)$$

де – річні витрати за кожний рік розрахункового періоду.

З урахуванням (1.5) і (1.7) вираз (1.4) набуло вигляду

$$\text{EMBED Equation.3} = \quad (1.8)$$

де – річні економічні ефекти від застосування пристроїв огорожування переїздів за кожний рік розрахункового періоду.

Розрахунковий період T у розглянутому випадку досить тривалий: для технічних засобів огорожування переїздів він становить 25-30 років [102], а для розв'язок у різних рівнях у кілька

разів більше. Тому використання економічного показника веде до істотного ускладнення математичного опису й моделі формування економічних показників процесу транспортного обслуговування в місцях перетинання транспортних потоків.

У зв'язку із цим доцільно ввести наступний, більш зручний, показник:

- економічний ефект від застосування пристроїв огорожування переїздів за розрахунковий рік.

Для обґрунтування правомірності цього доведемо, що при порівнянні економічної ефективності двох різних варіантів використання технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді існує місце таке рівняння:

(1.9)

де i - сумарні за розрахунковий період економічні ефекти від першого й другого варіантів застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді (далі по тексту «першого й другого варіантів»);

i - економічні ефекти за розрахункові роки для першого й другого варіантів. З урахуванням виразу (1.8) можна записати

$$= = , \quad (1.10)$$

де i - річні економічні ефекти за кожний рік розрахункового періоду для першого й другого варіантів;

i - коефіцієнти дисконтування кожного року розрахункового періоду для першого й другого варіантів;

i - річні економічні ефекти за кожний розрахунковий рік розрахункового періоду для першого й другого варіантів;

i - коефіцієнти дисконтування кожного розрахункового року розрахункового періоду для першого й другого варіантів;

i - річні економічні ефекти за i -й рік розрахункового періоду для першого й другого варіантів;

i - коефіцієнт дисконтування i -го року розрахункового періоду для першого й другого варіантів.

З урахуванням того, що моделювання процесу транспортного обслуговування на переїзді для кожного року розрахункового періоду буде виконуватися при тих самих параметрах, можна прийняти:

$$; \quad (1.11)$$

$$. \quad (1.12)$$

Тепер одержимо
Відомо, що

$$= , a , і т.д.: = . \quad (1.13)$$

Отже, $\dots = \dots$.

Аналогічно можна довести, що $\dots = \dots i \dots = \dots$,

де i - сумарні за розрахунковий період результати першого й другого варіантів застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді;

i - результати за розрахункові роки для першого й другого варіантів;

i - сумарні за розрахунковий період витрати першого й другого варіантів застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїзді;

i - витрати за розрахункові роки для першого й другого варіантів.

З використанням обраних параметрів сформулюємо економічний критерій вибору найбільш ефективних технічних засобів транспортного обслуговування: найбільш економічно ефективною при заданих умовах експлуатаційних параметрів є та система технічних засобів транспортного

обслуговування, для якої значення параметра \dots буде найбільшим при значеннях його індексу прибутковості:

$$0,1. \quad (1.14)$$

З урахуванням обґрунтованого вище показника визначимо в аналітичній формі значення $RPi1$ і $RPi2$ для різних варіантів застосування. Застосування технічних засобів транспортного обслуговування на переїздах спрямовано на зменшення числа ДТП на переїзді. При цьому кожний агрегат сукупності технічних засобів може впливати на інші характеристики транспортного процесу на переїзді, найважливішою з яких є зайві простої автотранспорту. Тому вартісну оцінку результату застосування будь-якого агрегату на переїзді протягом часу T у загальному вигляді можна визначити виразом

$$\dots, \quad (1.15)$$

де \dots - річна вартісна оцінка результату застосування агрегату;
365- число діб в періоді часу T , доба;

\dots - середнє значення вартісного еквівалента втрат при дорожньо-транспортній події;

I - інтенсивність руху транспорту через переїзд, у потяга-авто/доб (кількість одиниць залізничного транспорту () помноженого на кількість одиниць автотранспорту (), які пройшли через переїзд за добу потяга-авто/доб);

\dots - зміна ймовірності ДТП за рахунок використання агрегату;

\dots - зміна добових сумарних простоїв автотранспортних засобів за рахунок використання агрегату;

\dots - вартість 1 год простою приведеного автотранспортного засобу;

\dots - вартість видатку пального за 1 год простою приведеного автотранспортного засобу.

Вихідні дані для результатів від застосування агрегатів можуть бути отримані за статистичними даними Укрзалізниці й за результатами статистичного моделювання процесу

функціонування систем пристроїв огорожування переїзду в умовах України. Визначивши

відповідні значення техніко-експлуатаційних показників β і γ , можна по виразу (1.15) визначити вартісну оцінку результату застосування кожного агрегату.

Очевидно, що результат застосування окремого агрегату до деякої міри залежить від складу системи пристроїв огорожування переїзду, яку цей пристрій доповнює. Оскільки аналіз агрегатів буде виконуватися на основі сукупності агрегатів, що доповнюються черговим досліджуваним агрегатом, то результати аналізу будуть залежати від того, у якій послідовності буде виконуватися аналіз агрегатів. Тому у даній роботі послідовність аналізу агрегатів задається табл. 1.6. Ця

послідовність найбільш прийнятна, оскільки відповідає послідовності розвитку традиційних систем пристроїв огорожування переїздів і передбачуваний послідовності розвитку перспективних технічних засобів пристроїв огорожування переїздів. Для спрощення форми аналітичних виразів при аналізі агрегатів будемо позначати агрегати скороченими символами, передбаченими табл. 1.6.

Для базового агрегату (автоматична переїзна світлофорна сигналізація) техніко-експлуатаційні показники можна визначити на основі статистичних даних з виразів:

$$\beta = \frac{P_{\text{ДТП}}}{P_{\text{ДТП}_{\text{баз}}}}, \quad (1.16)$$

де β - зміна ймовірності ДТП за рахунок використання базового агрегату;
 $P_{\text{ДТП}}$ - ймовірність ДТП на переїзді, не обладнаному агрегатами пристроїв огорожування переїздів;

$P_{\text{ДТП}_{\text{баз}}}$ - ймовірність ДТП на переїзді, обладнаному базовим агрегатом.

Зміна добових сумарних простоїв автотранспортних засобів за рахунок використання базового агрегату

$$\gamma = \frac{P_{\text{ДТП}}}{P_{\text{ДТП}_{\text{баз}}}}, \quad (1.17)$$

де γ - зміна добових сумарних простоїв автотранспортних засобів за рахунок використання базового агрегату;

$P_{\text{ДТП}}$ - добові сумарні простой автотранспортних засобів біля переїзду, не обладнаного пристроями огорожування переїздів;

$P_{\text{ДТП}_{\text{баз}}}$ - добові сумарні простой автотранспортних засобів біля переїзду, не обладнаного базовим агрегатом пристроїв огорожування переїздів.

Що стосується добових сумарних простоїв автотранспортних засобів, то статистичні дані по них відсутні, а аналітичні методи їхнього визначення утруднені через залежність простоїв від безлічі факторів, що мають випадковий характер. Тому значення величин β і γ будуть визначатися методом статистичного моделювання при завданні параметрів транспортного обслуговування відповідному залізничному переїзду, не обладнаному агрегатами пристроїв огорожування переїздів (для визначення β) і обладнаному базовим пристроєм (для визначення γ).

Функції агрегатів ФПС

Найменування		Позначення	Виконувані функції	Примітка
повне	скороч.			
Автоматична переїзна світлофорна сигналізація є базовим агрегатом	АПСС	АБ	Завчасно сповіщає водіїв автотранспорту й пішоходів про наближення потяга до переїзду	В Україні й за кордоном
Перша пара автоматичних шлагбаумів	АПШ1	А1	Механічно перекриває не менше половини проїзної частини переїзду й одночасно виконує функцію "демонстративної сигналізації", яка забороняє в'їзд на переїзд	В Україні й за кордоном
Друга пара автоматичних шлагбаумів	АПШ2	А2	Механічно перекриває із двох боків частину, що залишилася, проїзної частини переїзду й у той же час допускає виїзд автотранспорту з небезпечної зони	В Україні на магістралях із прискореним рухом (початок впровадження)
Комплект устроїв загороджування	УЗ	А3	Механічно повністю виключає в'їзд будь-якого автотранспорту на переїзд і в той же час допускає його виїзд із небезпечної зони	У Росії, Україні (експериментальна експлуатація)
Пристрій контролю аварійної ситуації на переїзді й оповіщення	КАС і О	А4	Контролює зайнятість небезпечної зони переїзду зупиненим автотранспортним засобом і дозволяє завчасно сповістити локомотивну бригаду про аварійну ситуацію на переїзді	У Росії й далекому зарубіжжі (експериментальна експлуатація)
Місячно-біла світлофорна сигналізація	МБСС	А5	Усуває суперечливість показань традиційної світлофорної сигналізації й забезпечує чітку й надійну ідентифікацію техніко-експлуатаційного положення переїзду	В Україні й за кордоном
Зрівнювач часу	ЗЧ	А6	Забезпечує подачу повідомлення про наближення потяга за мінімально-необхідний час незалежно від фактичної швидкості руху потяга	У далекому зарубіжжі (в окремих випадках)
Пристрій реєстрації порушень руху	УРНД	А7	Фотографує факт порушення правил руху через переїзд із вказівкою номерного знака автотранспортного засобу, а також	У Росії й у далекому зарубіжжі (

			дати й точного часу порушення	експериментальна експлуатація)
--	--	--	-------------------------------	-----------------------------------

-

Зміна добових сумарних простоїв автотранспортних засобів за рахунок використання будь-якого додаткового агрегату визначається тим же методом, що й при базовому агрегаті.

Таким чином, вартісну оцінку економічного результату застосування базового агрегату визначимо за формулою

. (1.18)

Визначимо вирази для змін техніко-експлуатаційних показників транспортного процесу на переїзді за рахунок застосування агрегатів А1 - А3. Для зручності аналізу спочатку визначимо зміну статистичних ймовірностей ДТП на переїзді від застосування кожного із зазначених агрегатів. Для додаткового агрегату А1 воно буде

(1.19)

де - ймовірність ДТП на переїзді, обладнаному пристроями огорожування переїздів, які складаються з агрегатів АБ і А1.

Визначити зміну ймовірності ДТП для агрегатів А2 і А3, як і для інших додаткових агрегатів, за формулами, подібними (1.19), не можливо, тому що додаткові агрегати, за винятком А1, в Україні й на всьому пострадянському просторі не застосовуються й тому відсутні необхідні статистичні дані.

Збір необхідних статистичних даних у достатньому обсязі в далекому зарубіжжі також неможливий, у першу чергу через те, що додаткові агрегати там тільки починають застосовуватися. Але якби навіть статистичні дані по закордонних, наприклад по європейських, переїздах були в достатньому обсязі, їхнє використання в умовах України було б не коректним насамперед через великі відмінності людського фактора. Тому пропонується спосіб вирішення виниклого завдання, заснований на іншому підході у використанні статистичних даних. Логіка цього підходу така.

Аналіз агрегатів пристроїв огорожування переїздів (табл.1.6) свідчить, що кожний з додаткових пристроїв реалізує строго певні функції забезпечення безпеки на переїзді. У той же час аналіз статистичних даних ДТП на переїздах Укрзалізниці (п. 1.2) дозволяє визначити причини ДТП і частку впливу кожної з них на загальне число ДТП.

Зіставляючи причини виникнення ДТП із функціями, виконуваними агрегатами, можна на основі статистичних даних визначити частку кожного з інших додаткових агрегатів у запобіганні ДТП і в зміні сумарних добових простоїв автотранспортних засобів, тобто визначити їхній техніко-експлуатаційний характер. Агрегати А6 і А7 є винятком, оскільки виконувані ними функції зв'язані складними залежностями з аварійністю на переїзді.

Для визначення ймовірності ДТП на переїзді за рахунок використання агрегатів А2-А4, кожного окремо. Виникає потреба у новому позначенні:

- ваговий коефіцієнт зміни ймовірності ДТП за рахунок використання і-го пристрою.

З використанням цього коефіцієнта визначаємо зміну ймовірностей пристроїв огорожування переїздів за рахунок застосування агрегатів А2 і А3.

Статистичні дані свідчать, що 61% ДТП на переїздах Укрзалізниці, обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією (базовий агрегат) стається через в'їзд автотранспортного засобу на переїзд після вмикання заборонної сигналізації (рис. 1.9). Всі

ці ДТП можуть бути усунуті спільним застосуванням агрегатів A1 і A2 або застосуванням агрегату A3. Тобто

звідси , (1.20)

, (1.21)

, (1.22)

а - було визначено раніше (1.19).

З урахуванням виразів (1.20) – (1.22) одержимо

. (1.23)

Після перетворень одержимо вираз для визначення , у якому всі значення вихідних величин відомі

. (1.24)

Як урахувалося вище, вплив додаткових агрегатів A 1-A3 на зміну добових сумарних простоїв автотранспортних засобів будуть визначатися за тією же методикою, що й для базового агрегату (1.17).

, (1.25)

де - добові сумарні простої автотранспортного засобу у переїзду, який обладнаний пристроями огорожування, що складаються з агрегатів AB і A1.

Для агрегату A2 зміна добових сумарних простоїв автотранспортних засобів буде дорівнювати 0.

. (1.26)

Застосування агрегату A2 можливе тільки разом з A1 і, оскільки часові параметри A1 перекривають часові параметри A2, останній самостійного впливу на час закритого положення переїзду не чинить, а отже, не змінює простої автотранспортних засобів.

Для агрегату A3

, (1.27)

де - добові сумарні простої автотранспортних засобів у переїзду, обладнаного пристроями огорожування, що складаються з агрегатів AB і A3.

Вирази для визначення вартісної оцінки економічного результату застосування додаткового агрегату A1 одержуємо з (1.15) з урахуванням (1.19) і (1.25)

.(1.28)

Для агрегату А2 аналогічний вираз одержуємо з виразу (1.15) з урахуванням виразів (1.24) і (1.26).

(1.29)

для агрегату А3 з урахуванням (1.15), (1.28) і (1.29) одержимо

(1.30)

Виконаємо аналіз впливу додаткових агрегатів А 4-А7 на техніко-експлуатаційні й економічні показники транспортного обслуговування на переїзді.

Зміна ймовірності дорожньо-транспортних подій (ДТП) на переїзді за рахунок використання агрегатів А 4-А7 визначається за статистичними даними ДТП на переїздах аналогічно, що й у випадку використання агрегату А3 (1.24).

(1.31)

де γ - ваговий коефіцієнт зниження ймовірності ДТП за рахунок використання агрегату А4.

До складу агрегату А4 входять спільно працюючі пристрої КАС і О (табл. 1.6). Пристрій КАС дозволяє контролювати зайнятість небезпечної зони переїзду зупиненим автотранспортним засобом, а пристрій оповіщення (О) дозволяє завчасно повідомити локомотивну бригаду потяга, що наближається, про аварійну ситуацію на переїзді.

За статистикою на переїздах Укрзалізниці, обладнаних базовим агрегатом АБ, через розвал вантажу й перебування на переїзді великих тварин або зупиненого автотранспортного засобу припадає 27% ДТП (рис. 1.9). Оскільки всі ці випадки теоретично запобігаються агрегатом А4, то

27

(32)

Як вже відзначалось при аналізі А3, вплив будь-якого агрегату на величину простоїв автотранспортних засобів визначити аналітично дуже складно так як виникнення аварійних ситуацій і наслідків аварій мають складний ймовірнісний характер. Однак, якщо порівнювати процес виникнення аварійної ситуації та її можливі наслідки для випадків використання на переїзді агрегату А4 і без його використання, то цілком очевидно таке. У першому випадку затримки будуть обумовлені часом, необхідним для усунення перешкоди на переїзді або для огорожування перешкоди з дозволом руху. У другому випадку можливі два варіанти розвитку подій:

Варіант А - аварійна ситуація виявляється й локалізується способами, не пов'язаними з використанням агрегату А4, позначимо ймовірність такої події РЛ, і тоді затримки будуть формуватися так само, як і в першому випадку;

Варіант Б - у результаті виникнення аварійної ситуації відбудеться ДТП, тоді затримки істотно зростуть, оскільки рух буде обмежено на час реєстрації ДТП і виникнуть транспортні пробки, як це спостерігається в подібних випадках на проїзній частині дороги

З вищевикладеного можна зробити висновок, що застосування агрегату А4 щонайменше не викличе збільшення сумарних добових простоїв автотранспортних

засобів. Величину можна визначити методом статистичного моделювання при наявності величин i , які можуть бути отримані на підставі статистики.

Оскільки на сьогоднішній день статистичні дані для визначення відсутні, то й визначити не можливо. Але, оскільки аналіз показує, що застосування агрегату А4 щонайменше не викличе збільшення сумарних добових простоїв автотранспортних засобів, тобто

(1.33)

то, щоб уникнути завищення економічного результату від застосування агрегату А4, приймемо

У результаті вираз для визначення вартісної оцінки результату від застосування А4, який визначається за формулою (1.15), набуде вигляду

(1.34)

Переходячи до аналізу ефективності застосування агрегату А5 - місячно-білої світлофорної сигналізації, необхідно врахувати таке. Традиційні переїзні світлофори містять два по чергово миготливих червоних вогні, які вмикаються у випадку наближення потяга до переїзду. Якщо наближення потяга немає, то світлофори погашені. Тому нормальний (погашений стан світлофора) у водіїв автотранспортних засобів асоціюється у першу чергу з відсутністю заборони для проходження через переїзд. Однак світлофори можуть бути погашені через яку-небудь несправність або, що більш імовірно, через акт вандалізму (вилучені або пошкоджені лінзи й лампи світлофорів). Таким чином, традиційний переїзний світлофор, знаходячись в нормально погашеному стані, передає водіям автотранспортних засобів суперечливу інформацію, що може послужити причиною ДТП. У такій ситуації доповнення традиційної сигналізації агрегатом А5 - місячно-білим миготливим вогнем, що горить при нормальному положенні переїзду, тобто коли пристрої огорожування переїзду справні, увімкнені й відсутнє наближення потяга до переїзду, усуває суперечливість показань традиційної сигналізації. При цьому чітко ідентифікуються всі можливі положення переїзду шляхом вмикання такої сигналізації:

- нормальний стан - горить місячно-білий миготливий вогонь (червоні вогні погашені);
- наближення потяга до переїзду - горять два червоних, по чергово миготливого вогню (місячно-білий миготливий не горить);
- несправний стан, відсутність енергопостачання або перешкода в небезпечній зоні переїзду (аварійна ситуація) - всі вогні погашені.

Це поліпшує інформаційне забезпечення водіїв автотранспортних засобів і дозволяє їм краще орієнтуватися в ситуації на переїзді. Як наслідок, знижується ймовірність ДТП. Крім цього, поліпшення інформаційного забезпечення водіїв автотранспортних засобів дозволяє їм з більшою впевненістю, а отже і з меншими затримками, прямувати через переїзд, що веде до зменшення непродуктивних витрат.

Наведений аналіз свідчить про доцільність і високу технічну ефективність застосування агрегату А5. Однак використання в переїзній сигналізації місячно-білого вогню вимагає більш чіткої й надійної ідентифікації техніко-експлуатаційних положень

переїзду, що значно ускладнює й здорожує технічні засоби пристроїв огорожування переїздів.

Тому при визначенні економічної ефективності необхідно враховувати, що витратна частина пристроїв огорожування переїздів при використанні агрегату А5 зростає. У той же час описаний вище ефект зниження ймовірності ДТП і простоїв автотранспортних засобів, на якому ґрунтується вартісна оцінка результату, ускладнюється, оскільки агрегат А5 у цей час впроваджений на невеликому числі переїздів і обсяг статистичних даних, за якими можна визначити його ефективність, не достатній.

Розглянемо ефективність агрегатів А6 і А7. Аналіз досвіду експлуатації пристроїв огорожування переїздів з фіксованою відстанню, наведений вище (п.1.3), показав, що ці системи створюють зайві простой, які спричиняють збільшення числа ДТП на переїздах, а також непродуктивні втрати часу й пального. Доповнення системи пристроїв огорожування переїздів з фіксованою відстанню агрегатом А6 (зрівнювачем часу повідомлення про наближення потяга) дає значний економічний ефект за рахунок істотного зменшення простоїв автомобільних засобів. Цей ефект має дві складові.

Одна складова пов'язана зі зменшенням непродуктивного видатку часу й пального за рахунок зменшення простоїв. При цьому зміна сумарних добових простоїв за рахунок застосування агрегату А6 визначається виразом, отриманим на підставі аналізу технологічних особливостей цього агрегату:

$$\dots \quad (1.35)$$

де \dots - добові сумарні простой автотранспортних засобів біля переїзду, обладнаного пристроями огорожування, що складаються з базового агрегату й додаткового агрегату А6.

Інша складова пов'язана зі зменшенням економічного й морального збитку від ДТП, що виникають додатково за рахунок зниження безпеки через зайві простой. Однак визначити складові на сьогоднішній день не можливо у зв'язку з відсутністю необхідних статистичних даних. Тому вартісну оцінку результату застосування агрегату А5 доводиться визначати без урахування його впливу на зниження числа ДТП (прийmemo

).

З урахуванням цього

$$\dots \quad (1.36)$$

Додатковий агрегат А7 являє собою пристрій, що автоматично реєструє порушення автотранспортним засобом правил дорожнього руху (ПДР). Відомі випадки застосування агрегату А7, виконаного на основі використання фотокамер і датчиків, що реєструють порушення автотранспортним засобом ПДР. При цьому останнє фотографується з декількох позицій, таким чином, що на фотографії відображається не лише факт порушення ПДР, але й номерний знак автомобіля із вказівкою дати й точного часу порушення. Отримані таким способом дані можуть бути використані для притягнення порушника до адміністративної відповідальності, а сам факт наявності агрегату А7 є важливим психологічним фактором, що знижує число порушень ПДР на переїзді.

Позитивний вплив агрегату А7 і якість транспортного обслуговування на переїзді не викликає сумнівів, однак, кількісні показники економічної ефективності застосування агрегату А7 на сьогоднішній день визначені бути не можуть через відсутність необхідних статистичних даних.

Результати проведеного вище аналізу відображені в табл. 1.6 і 1.7. Табл. 1.6 містить вирази, що дозволяють визначити вплив базового й більшості додаткових

агрегатів на експлуатаційні показники транспортного обслуговування на переїзді (стовпці 5 і 6). У цій таблиці наведені також капітальні й експлуатаційні видатки для кожного з розглянутих агрегатів (стовпці 6 і 7). Вирази для визначення вартісних оцінок результатів застосування агрегатів наведені в табл. 1.8.

Таблиця 1.7

Експлуатаційно-економічні показники агрегатів ФПС

Повне найменування	Скороч назва	Поз наче ння	Експлуатаційні показники				Орієнтовна вартість витрат	
			Зміна ймовірності ДТП		Зміна добових сумарних простоїв		єдино- часові	експлу- атацій- них
			формула для визначення	спосіб визначення	формула для визначення	спосіб визначення	грн	грн у рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автоматична переїзна світлофорна сигналізація є базовим агрегатом	АПСС	АБ		Аналітично за статистичними даними		Статистичне моделювання за технологічними характеристиками агрегату АБ	70000	3200
Перша пара автоматичних шлагбаумів	АПШ1	А1		Аналітично за статистичними даними		Статистичне моделювання за технологічними характеристиками агрегату АБ і А1	50000	16500
Друга пара автоматичних шлагбаумів	АПШ2	А2		Аналітично за статистичними даними		-	50000	1200
Комплект пристроїв огорожування	УЗ	А3		Аналітично за статистичними даними		Статистичне моделювання за технологічними характеристиками агрегату АБ і А3	30000	2400

Продовження табл. 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пристрій контролю аварійної ситуації на переїзді й оповіщення	КАС іО	A4		Аналітично за статистичними даними		Статистичне моделювання за статистичними даними, які в даний час відсутні	65000	2500
Місячно-біла світлофорна сигналізація	МБСС	A5		Аналітично за статистичними даними, які в тепер. час відсутні		Статистичне моделювання за статистичними даними, які в даний час відсутні		
Зривнювач часу	ЗЧ	A6		Аналітично за статистичними даними, які в тепер. час відсутні		Статистичне моделювання за технологічними характеристиками агрегатів АБ А1 і А6	Дані відсутні	Дані відсутні
Пристрій реєстрації порушень руху	УРНД	A7		Аналітично за статистичними даними, які в тепер. час відсутні		Хронометраж	Дані відсутні	Дані відсутні

Таблиця 1.8

Формули для визначення річного економічного результату використання агрегатів

повне	Скорочена назва	Позначення	Формули для визначення
Автоматична переїзна світлофорна сигналізація є базовим агрегатом	АПСС	АБ	
Перша пара автоматичних шлагбаумів	АПШ 1	А1	
Друга пара автоматичних шлагбаумів	АПШ2	А2	
Комплект пристроїв огорожування	УЗ	А3	
Пристрій контролю аварійної ситуації на переїзді й оповіщення	КАС і О	А4	
Місячно-біла світлофорна сигналізація	МБСС	А5	
Зрівнювач часу	ЗЧ	А6	
Пристрій реєстрації порушень руху	УРНД	А7	Аналітична форма не визначена. Визначається методом статистичного моделювання

Висновки по розділу 1

1. Аналітичний огляд класифікаційних ознак технічних засобів залізничного транспортного комплексу показує, що пристрої залізничної автоматики й телемеханіки відіграють істотну роль у забезпеченні внутрішньої й зовнішньої безпеки залізничного транспортного процесу й впливають на якість транспортного обслуговування й конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку транспортних послуг.

2. Аналіз особливостей транспортного процесу свідчить про те, що проблема безпеки в місцях перетинання транспортних потоків в одному рівні є складною транспортною проблемою, що, крім соціальних, має яскраво виражені економічні аспекти. Дослідження цих аспектів дозволяє підсилити вплив економічних методів на технічну політику як в галузі пристроїв огорожування переїздів, так і в галузі технічних засобів забезпечення залізничної безпеки в цілому, що особливо важливо при переході економіки України на ринкові відносини.

3. Дослідження соціальних аспектів забезпечення безпеки на залізничних переїздах показує, що у фінансовому відношенні корисність застосування пристроїв огорожування переїздів дає загальнонаціональний економічний ефект. Якщо врахувати, що застосування пристроїв огорожування зменшує транспортні ризики й, отже, підвищує якість послуг автомобільного транспорту, що належить підприємствам різних галузей народного господарства, тобто є підстава вважати, що спостерігається багатогалузевий економічний ефект.

4. Зіставлення результатів аналізу функціонування існуючих пристроїв огорожування переїздів і статистичних даних з причин ДТП на переїздах Укрзалізниці показав, системи пристроїв огорожування переїздів, які застосовуються в Україні функціонально недостатні й подальше підвищення безпеки на переїздах вимагає розширення функціональних можливостей за критерієм економічної ефективності.

5. На підставі аналізу техніко-економічних показників транспортного обслуговування на переїзді, з урахуванням висновків 1-4, отримані такі результати:

- розроблено концепцію функціонально-повної системи пристроїв огорожування переїздів (ФПС);
- отримано аналітичні вирази для визначення техніко-економічних показників технічних агрегатів ФПС;
- запропоновано економічні методи наступних досліджень технічних засобів улаштування огорожування для різних випадків застосування.

Основний матеріал викладений у публікаціях [116 - 118].