

**Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий,
А.Б. Бойнік, М.Д. Жердев, В.Л. Сусідко**

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Навчальний посібник

Харків 2010



МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ
УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий,
А.Б. Бойнік, М.Д. Жердєв, В.Л. Сусідко

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Навчальний посібник



Харків 2010

УДК 681.51:656.2.001.73

Визначення економічної ефективності впровадження мікропроцесорних систем керування процесом перевезень: Навч. посібник / Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий, А.Б. Бойнік та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 99 с.

Досліджено шляхи удосконалювання експлуатаційної діяльності залізниць за рахунок відновлення і розвитку систем керування перевізним процесом. Викладено загальну методику розрахунку ефективності від упровадження мікропроцесорних систем залізничної автоматики. Наведено приклади розрахунку економічної ефективності впровадження деяких систем залізничної автоматики на базі обчислювальної та мікропроцесорної техніки.

Навчальний посібник призначений для студентів випускного курсу спеціальності «Автоматика та автоматизація на транспорті» всіх форм навчання.

Іл. 6, табл. 10, бібліогр.: 16 назв.

Колектив авторів:

Юрченко Ю.М., Кошевий С.В.,
Бойнік А.Б., Жердев М.Д., Сусідко В.Л.

Затверджено до друку рішенням Вченої Ради Української державної академії залізничного транспорту (протокол №9 від 23 грудня 2008 р.)

Рецензенти:

В.А. Сотник - начальник служби сигналізації та зв'язку (Південна залізниця),
В.Л. Дикань - доктор економічних наук, професор (УкрДАЗТ)

ISBN 978-966-2033-19-9

© Юрченко Ю.М., Кошевий С.В.,
Бойнік А.Б., Жердев М.Д.,
Сусідко В.Л.

© Українська державна академія залізничного транспорту, 2010

Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий,
А.Б. Бойнік, М.Д. Жердев, В.Л. Сусідко

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск Кошевий С.В.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 30.06.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друку.арк. 2,75. Обл.-вид.арк. 3,0.

Замовлення № Тираж 300. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий,
А.Б Бойнік, М.Д. Жердєв, В.Л. Сусідко**

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**



Навчальний посібник

Харків 2010

УДК 681.51: 656.2.001.73

Визначення економічної ефективності впровадження мікропроцесорних систем керування процесом перевезень: Навч. посібник / Ю.М. Юрченко, С.В. Кошевий, А.Б. Бойнік та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 99 с.

Досліджено шляхи удосконалювання експлуатаційної діяльності залізниць за рахунок відновлення і розвитку систем керування перевізним процесом. Викладено загальну методичку розрахунку ефективності від упровадження мікропроцесорних систем залізничної автоматики. Наведено приклади розрахунку економічної ефективності впровадження деяких систем залізничної автоматики на базі обчислювальної та мікропроцесорної техніки.

Навчальний посібник призначений для студентів випускного курсу спеціальності «Автоматика та автоматизація на транспорті» всіх форм навчання.

Іл. 6, табл. 10, бібліогр.: 16 назв.

Колектив авторів: Юрченко Ю.М., Кошевий С.В., Бойнік А.Б., Жердев М.Д., Сусідко В.Л.

Затверджено до друку рішенням Вченої Ради Української державної академії залізничного транспорту
(протокол №9 від 23 грудня 2008 р.)

Рецензенти:

В.А. Сотник нач. служби сигналізації та зв'язку
 (Південна залізниця)
В.Л. Дикань проф.,

ISBN 978-966-2033-19-9

© Юрченко Ю.М., Кошевий С.В., Бойнік А.Б.,
Жердев М.Д., Сусідко В.Л.

© Українська державна академія
залізничного транспорту, 2010

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів	5
ВСТУП	7
1. Сучасний стан технічних засобів керування безпечним рухом поїздів на залізницях України	9
1.1. Коротка характеристика рівня технічного оснащення залізниць України системами інтервального регулювання руху поїздів та передумови необхідності їх модернізації	9
1.2. Аналіз відмов експлуатованих на залізницях України систем автоматики	14
2. Основні економічні аспекти відновлення і розвитку систем залізничної автоматики	20
2.1. Основні напрямки розвитку технічних засобів залізничної автоматики	20
2.2. Ефектоутворюючі складові економічної ефективності систем залізничної автоматики на базі обчислювальної техніки та мікропроцесорів	21
3. Упровадження мікропроцесорних систем залізничної автоматики та їх вплив на удосконалення експлуатаційної діяльності залізниць	25
3.1. Основні складові етапів життєвого циклу систем залізничної автоматики	25
3.2. Складові трудовитрат на технічне обслуговування релейних та мікропроцесорних систем залізничної автоматики	33
3.3. Ефективність комплексної реконструкції застарілих систем електричної централізації шляхом заміни на нові мікропроцесорні системи	37
3.4. Зміни експлуатаційних витрат, пов'язаних з експлуатаційними показниками роботи станцій, локомотивних і вагонних депо	39
4. Методика оцінки економічної ефективності впровадження мікропроцесорних систем керування процесом перевезень	44
4.1. Сутність економічного ефекту та методичні документи для оцінки ефективності інноваційних проектів	44

4.2. Визначення економічних ефектів на стадіях розроблення, виготовлення та у сфері експлуатації мікропроцесорних систем залізничної автоматики	47
4.3. Визначення витрат на здійснення інноваційного проекту	54
5. Розрахунок економічної ефективності впровадження мікропроцесорної централізації стрілок і сигналів (мпц) на умовній залізничній станції	61
5.1. Визначення капітальних вкладень у проектування, технічне обладнання та попередні випробування пристроїв мікропроцесорної централізації для обраної умовної станції	62
5.2. Визначення вартісної оцінки результатів впровадження мікропроцесорної централізації	63
5.3. Етап експлуатації системи мікропроцесорної централізації	64
5.4. Визначення річних поточних витрат	67
6. Розрахунок економічного ефекту від застосування пристроїв огородження переїздів	71
6.1. Ефектоутворюючі складові та розрахунок результату впровадження пристроїв огородження переїздів	72
6.2. Розрахунок витрат на обладнання переїзду засобами автоматики	75
6.3. Розрахунок економічного ефекту за розрахунковий період	76
Бібліографічний список	78
Додаток 1	80
Додаток 2	81
Додаток 3	83
Додаток 4	87
Додаток 5	88
Додаток 6	89
Додаток 7	91
Додаток 8	92
Додаток 9	96
Додаток 10	97
Предметний покажчик	98

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АБ	– автоматичне блокування
АЛС	– автоматична локомотивна сигналізація
АПК	– апаратно-програмний комплекс
АПС	– автоматична переїзна сигналізація
АРМ	– автоматизоване робоче місце
АТЗ	– автоматика, телемеханіка та зв'язок
ВСЦ	– випробувально - сертифікаційний центр
ГАЦ	– гіркова автоматична централізація
ДК	– диспетчерський контроль
ДНЦ	– поїзний диспетчер
ДСП	– черговий по станції
ДЦ	– диспетчерська централізація
ЕМС	– електромагнітна сумісність
ЕЦ	– електрична централізація
ЗА	– залізнична автоматика
ІРРП	– інтервальне регулювання руху поїздів
КАБ	– АБ числового коду
МП	– мікропроцесорний
МПЦ	– мікропроцесорна ЕЦ
МРЦ	– маршрутно-релейна централізація
НАБ	– напівавтоматичне блокування
НР	– залізничне реле нейтрального типу нештепсельне
ПЗ	– програмне забезпечення
ППЗ	– прикладне програмне забезпечення
РК	– рейкове коло
РК	– релейно-контактний
РЛ	– рейкова лінія
РП	– релейно-процесорний
РПЦ	– релейно-процесорна ЕЦ
РТД	– ремонтно–технологічна дільниця

САІРС	– система автоматичної ідентифікації рухомого складу
САР	– сигнальне авторегулювання
СПЗ	– системне програмне забезпечення
СЦБ	– сигналізація, централізація, блокування
ТЗ	– технічне завдання
ТО	– технічне обслуговування
ТУ	– технічні умови
УЗ	– Укрзалізниця
ФБ	– функціональна безпека
ЧДД	– чистий дисконтний дохід
ЧПГК	– чистий потік грошових коштів
ШЧ	– дистанція сигналізації і зв'язку

ВСТУП

До систем залізничної автоматики (ЗА), що забезпечують керування процесом перевезень, у тому числі і керування безпечним рухом поїздів на станціях та перегонах, належать:

- станційні системи електричної централізації керування стрілками і світлофорами (ЕЦ);

- системи інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП) – автоматичного блокування (АБ) і напіваавтоматичного блокування (НАБ);

- комплекс локомотивних пристроїв сигнального авторегулювання (САР), до яких відносять автоматичну локомотивну сигналізацію (АЛС), пристрої контролю пильності машиніста та контролю швидкості, системи автоматичного керування рухом поїздів (автоведення) і гальмами;

- системи автоматичного керування переїзною сигналізацією (АПС) і шлагбаумами у місцях перетину залізниці з автомобільною дорогою в одному рівні;

- системи диспетчерської централізації (ДЦ) і контролю (ДК) стану об'єктів ЗА й агрегатів рухомого складу (розповсюдження отримали базові системи визначення температурного стану буксових вузлів рухомих одиниць поїзда на ходу його прямування – ПОНАБ, ДИСК, АСДКБ, КТСМ);

- системи знімання і передачі діагностичних даних з лінійних об'єктів;

- системи автоматичної ідентифікації рухомого складу (САІРС).

Останнім часом до таких систем ставиться ряд актуальних вимог – з функціональної безпеки і техніко-економічних показників, які пов'язані з плануванням підвищення швидкості руху поїздів (створення міжнародних транспортних залізничних коридорів, планування впровадження на мережі залізниць України ліній із швидкісним рухом пасажирських поїздів), модернізацією діючих пристроїв та систем ЗА, побудовою нових систем на

мікроелектронній елементній базі. Такі заходи повинні покращити експлуатаційні та техніко-економічні показники роботи залізничного транспорту, підвищити його конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг.

Безупинно зростають вимоги до систем керування рухом поїздів, які визначають загальну світову тенденцію переходу таких систем на мікропроцесорну (МП) техніку і безконтактне керування. Однак темпи впровадження тих або інших технічних рішень повинні визначатися ступенем готовності до їх масового виробництва й експлуатації, а також економічними реаліями сучасного періоду.

У навчальному посібнику наведено приклади розрахунку економічної ефективності від впровадження на залізничному транспорті систем керування перевізним процесом. Розрахунок економічного ефекту від застосування пристроїв огороження переїздів (розд. 6) виконаний доцентом кафедри “Фінанси” УкрДАЗТ Тройніковою О.М.

1. Сучасний стан технічних засобів керування безпечним рухом поїздів на залізницях України

1.1. Коротка характеристика рівня технічного оснащення залізниць України системами інтервального регулювання руху поїздів та передумови необхідності їх модернізації

У даний час на мережі залізниць України через ряд причин ще не знайшли широкого застосування керуючі системи ЗА в МП виконанні, за статистичними даними роботи яких можна було б робити будь-які висновки. Тому аналіз якості роботи систем і пристроїв ЗА та визначення причин їх відмов, що виконано нижче, наведено для систем ЗА, які побудовані на базі релейної техніки. Проведення такого аналізу пояснюється необхідністю визначення найбільш "слабких" ланок у системах ЗА за критерієм надійності їх роботи, пошуку технічних та організаційних заходів, які б об'єктивно покращували показники роботи таких систем.

За період 2000 - 2007 рр. господарства галузі автоматики, телемеханіки і зв'язку (АТЗ) Укрзалізниці (УЗ) в цілому забезпечили стійку і безперебійну роботу залізниць. Випадків аварій, катастроф з безпосередньої вини дистанцій сигналізації і зв'язку (ШЧ) не допущено. Такі дані створюють враження або про високий рівень безпеки систем ЗА, або про їх незначний вплив на безпеку руху поїздів. Однак це правильно лише щодо безпосереднього впливу систем ЗА на безпеку руху. Справа в тому, що виникнення небезпечної відмови в системі керування рухом поїздів не завжди приводить до аварій, катастроф. Самого факту виникнення небезпечної відмови ще не достатньо для переходу процесу руху поїзда в небезпечний (некерований) стан. Необхідно, щоб небезпечна відмова (небезпечний дестабілізуювальний фактор як умова необхідна) при її виникненні вплинула безпосередньо (умова достатня) на рух поїзда. Для катастрофи поїзда

необхідно, щоб поїзд знаходився в зоні впливу пристрою ЗА, у якому відбулася небезпечна відмова.

Необхідно враховувати, що на безпеку руху поїздів також чинять непрямий вплив відмови пристроїв і систем ЗА (у тому числі і захисних). Будь-які відмови систем керування рухом поїздів різко погіршують умови роботи технічного та оперативного персоналу (локомотивна бригада, ДСП, ДНЦ та ін.), позбавляючи їх об'єктивної інформації про фактичне поїзне положення на ділянці керування, змушуючи їх працювати в умовах невизначеності (позаштатній ситуації). Унаслідок цього підвищується ймовірність виникнення у діях технічного та оперативного персоналу небезпечних помилок, що можуть призвести до різних негативних наслідків.

На теперішній час основні пристрої і системи ЗА за своїми експлуатаційними і техніко-економічними характеристиками вже не можуть задовольняти сучасні вимоги до якості перевезень, наприклад, на лініях міжнародних залізничних транспортних коридорів, ділянок із прискореним пасажирським рухом поїздів.

Україна має високорозвинену мережу залізниць. З її загальної експлуатаційної протяжності (22,05 тис. км) 67,5 % становлять одноколіїні ділянки, 32,5 % – дво- і триколіїні, електрифіковано 42,3 % протяжності залізниць, 60,7 % обладнано пристроями автоматичного регулювання руху поїздів, 62 % мають безстикову колію.

На магістральному транспорті України знаходяться в експлуатації близько 2 тис. станцій і більше 66 тис. стрілок. Системами ЕЦ обладнано 72,9 % від загальної кількості стрілок. Але апаратура станційних систем ЗА застаріла не тільки морально, але й фізично. Про це свідчать такі дані:

- 10 % (приблизно 200 станцій) обладнані системами ЕЦ (із використанням реле НР) у 1950-х рр.;
- близько 25 % (500 станцій) обладнані системами ЕЦ у 60-х рр. минулого століття;
- більше 40 % (800 станцій) систем ЕЦ впроваджено в 1970-х рр.

При цьому в 1990-х рр. обладнано системами ЕЦ не більш 5 % (100) залізничних станцій. Строки будівництва решти систем ЕЦ в основному належать до кінця 1980-х рр. і тільки незначної частини – на поточне століття.

Таким чином, в експлуатації знаходяться релейні системи ЕЦ різної модифікації, які розроблені більше 25 років тому і впроваджувалися по мірі розвитку систем ЕЦ. Найпоширенішими типами ЕЦ, які використовуються масово на мережі залізниць держав пострадянського простору, є релейні централізації малих станцій і маршрутно-релейні централізації (МРЦ), що були побудовані на основі використання реле I класу надійності. Поступова модернізація їх здійснювалася шляхом уведення групи набору, типізації конструкції, зміни системи керування стрілками і світлофорами, застосування малогабаритних реле та ін.

На багатьох станціях при проведенні капітального ремонту здійснювалася часткова модернізація систем ЗА, зміна колійного розвитку та ін. Тому на багатьох станціях у даний час системи ЗА розрізняються також і за рівнем технічних рішень, що дуже ускладнює вирішення завдань автоматизації керування перевізним процесом.

Загалом, стан засобів ЗА на залізницях України характеризується такими особливостями (рівень технічного оснащення мережі залізниці пристроями та системами ЗА – на рис. 1.1):

- масова перевага «класичних» – релейних систем;
- основними і найпоширенішими типами станційних систем ЗА є релейні ЕЦ малих станцій і МРЦ великих і середніх станцій, що були побудовані на основі використання реле I класу надійності;
- системи ЗА на окремих станціях характеризуються індивідуальністю розроблюваних проектів, дорожніми, місцевими й експлуатаційними умовами;
- практично всі експлуатовані засоби ЗА, які введені в експлуатацію до 1985 р. (а це близько 70 % від їх загальної кількості), за своїм якісним і функціональним рівнем не задовольняють сучасні вимоги комплексної автоматизації

перевізного процесу, стримують процеси масового впровадження інформаційних технологій, мають низьку експлуатаційну надійність, ресурсомісткі, вимагають великих експлуатаційних витрат, регламентних методів обслуговування. Ці системи ЗА не мають елементів діагностики і телеметричного контролю параметрів систем, підтримка їх працездатності призводить до збільшення матеріальних і трудових витрат.

Перегінні системи інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП) – системи АБ та НАБ, що широко використовуються на залізницях України, були розроблені 40-50 років тому.

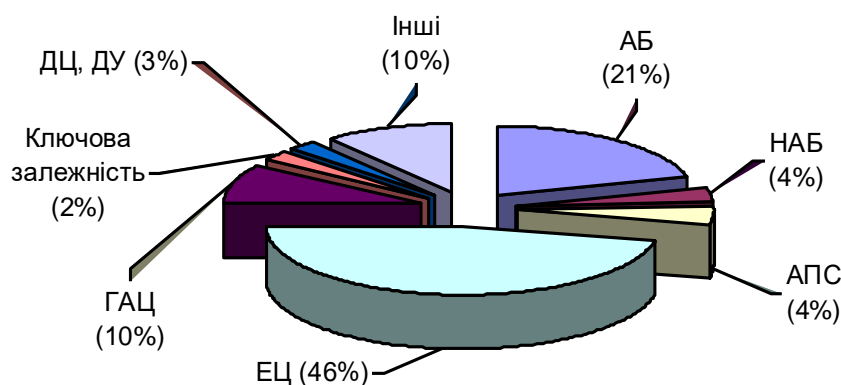


Рис. 1.1. Рівень технічного оснащення залізниць України системами інтервального регулювання руху поїздів

Найбільше розповсюдження отримали системи АБ імпульсно-провідні та числового коду (КАБ), побудовані на релейно-контактній апаратурі, яка безупинно працює в імпульсному режимі. На теперішній час вони мають невисоку надійність (через відпрацювання ресурсу роботи, проблеми з оновленням елементної бази, труднощі в дотриманні нормалей на електричні параметри верхньої будови колії), низьку інформативність (найбільш розповсюджені тризначні системи сигналізації) і обмежені функціональні можливості, низьку гнучкість та складність адаптації до технологічних змін на окремих ділянках залізниць, значні матеріало– та енергоємність, вимагають відповідної інфраструктури для їхнього ремонту та

регулювання (ремонтно-технологічні дільниці – РТД), істотних витрат на поточне технічне обслуговування і періодичне регулювання.

Локомотивні системи сигнального авторегулювання (САР), що використовують індуктивний канал зв'язку між колійними і локомотивними пристроями і широко експлуатуються в модернізованому вигляді на залізницях України дотепер (АЛСН, АЛС-МП, АЛС-МУ), уперше були випробувані і почали впроваджуватися на мережі залізниць колишнього СРСР з 1933 р.

Унаслідок планування підвищення швидкості руху поїздів на магістральних лініях залізниць експлуатовані сьогодні перегінні системи ІРРП та пристрої АЛСН не зможуть забезпечити вимоги надійності роботи, ефективності обслуговування без порушення технологічного процесу і безпеки руху поїздів. Причиною цього є:

- застаріла елементна база й обмежені функціональні можливості колійних та локомотивних складових системи САР;
- використання для передачі на локомотив від колійних пристроїв сигнальної інформації у вигляді числового коду через рейкове коло (РК) (точніше, рейкову лінію – РЛ), яке знаходиться під впливом завад і дестабілізуювальних чинників різного походження [16];
- мала інформативність (за рахунок обмеженого обсягу сигнальної інформації);
- велика тривалість передачі одного циклу сигнальної інформації з колії на локомотив та її оновлення (значна часова інерційність локомотивних пристроїв), особливо в умовах підвищених швидкостей руху поїздів;
- значні електричні потужності, що споживаються РК, для забезпечення стійкого функціонування РК у всіх основних режимах роботи, у тому числі режимі АЛС, з використанням морально застарілого принципу числового коду;
- висока на теперішній час вартість устаткування й значні експлуатаційні витрати на утримання релейно-контактної апаратури, що працює в імпульсному режимі, і РК.

Крім перерахованих недоліків, з підвищенням швидкості руху поїздів значно знижується ефективність використання прохідних світлофорів АБ, збільшується гальмовий шлях поїздів, а при швидкості 200 км/год і вище гальмовий шлях може охоплювати чотири і більш зараз існуючі на перегонах блок-дільниці. При тризначній системі сигналізації та прийнятій існуючими тяговими розрахунками і будівельними нормами довжині блок-дільниць це не зможе забезпечувати при необхідності високу пропускну здатність залізничних ліній та безпечний рух поїздів у зоні їх зближення у побіжному напрямку прямування.

Системи ЗА, основою яких є релейна апаратура, морально застаріли, у багатьох випадках фізично зношені складові цих систем (кабельні мережі, електромагнітні реле, кодові трансмітери, трансформатори, релейні блоки, кабель і монтаж стативів, релейних шаф, постів ЕЦ, ДЦ, ГАЦ та ін.).

Модернізація і відновлення таких систем вимагають значної витрати міді, срібла, ряду інших гостродефіцитних матеріалів, великих обсягів будівництва і виробничо-технічних площ для розміщення апаратури, її ремонту та регулювання, істотних витрат на придбання на теперішній час дорогого резервного устаткування й елементів, приблизно 50 % яких в Україні не виробляється.

Збільшення за останнє десятиріччя вартості основних елементів релейної автоматики в 10 – 15 разів, скорочення зовнішніх поставок обладнання, елементів, запасних частин призвели до істотного дефіциту основних складових систем. У першу чергу це стосується широкої номенклатури електромагнітних реле, релейних блоків, виробництво яких на Україні дотепер так і не освоєно.

1.2. Аналіз відмов експлуатованих на залізницях України систем автоматики

Відмови апаратних засобів систем ЗА, що експлуатуються на мережі залізниць України, обумовлені головним чином прихованими дефектами виробництва, порушенням технології будівельно-монтажних робіт,

помилками проектувальників і технічного персоналу, тобто наявні практично на всіх етапах «життєвого циклу» систем.

Причинами транспортних подій, які допущені у господарстві АТЗ протягом останніх років, є такі: [9]:

- порушення технології при виконанні робіт з ремонту або технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ);
- невиконання або неякісне виконання графіка обслуговування технічних засобів;
- заводські дефекти апаратури, що не були виявлені при проведенні вхідного контролю якості;
- відмови апаратури СЦБ через старіння її елементів та неякісний ремонт;
- невиконання вказівок УЗ та вимог окремих нормативних документів;
- неправильні, некваліфіковані дії персоналу, несвоєчасне усунення пошкоджень пристроїв ЗА;
- неукomплектованість аварійно-відновлювального запасу в ШЧ.

Аналіз відмов пристроїв СЦБ, віднесених за господарством сигналізації та зв'язку, показує, що основними об'єктами відмов пристроїв СЦБ є такі (рис. 1.2, табл. 1.1):

1) вихід з ладу реле, блоків, трансформаторів, випрямлячів, безконтактної апаратури, елементів захисту. Основні причини відмови апаратури – втрата контакту в рознімачах, обрив обмоток та монтажних проводів у приладах, вихід з ладу конденсаторів, контактів та пружин реле, резисторів, напівпровідникових елементів;

2) несправність у релейних шафах, на стативах, у колійних коробках. Основні причини відмов – несправність штепсельних плат, монтажу;

3) порушення роботи РК. Основні причини відмов РК – обрив дросельних перемичок і з'єднувачів;

4) порушення роботи кабельних ліній. Основні причини відмов кабельних ліній – обрив, пошкодження при виконанні робіт, зниження опору ізоляції, неякісне паяння з'єднань та кросового монтажу.

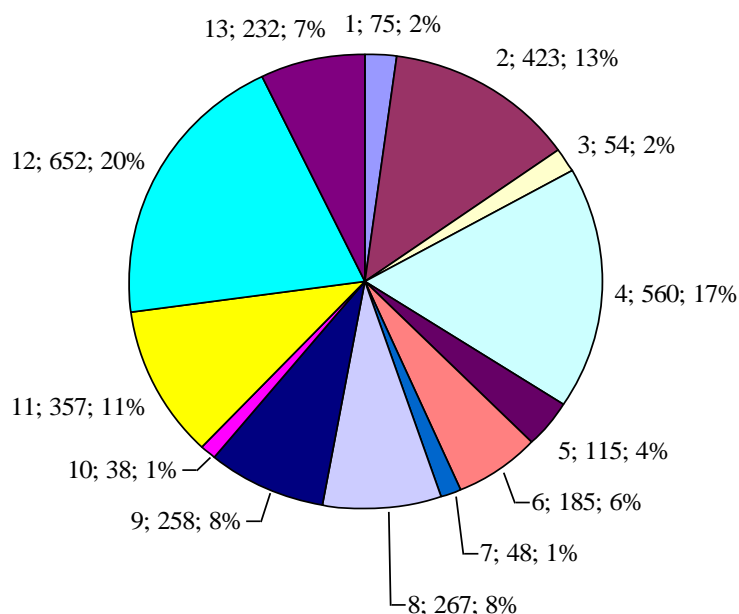


Рис. 1.2. Середньорічний розподіл загальної кількості відмов систем ЗА за об'єктами за період 2000-2005 рр.

Таблиця 1.1

Номер на діаграмі	Об'єкти відмов	Середньорічні	
		кількість	%
1	Апарати управління	75	2
2	Релейні шафи, стативи	423	13
3	Щитові установки електроживлення	54	2
4	Релейна, безконтактна апаратура	560	17
5	Трансформатори, випрямлячі, електричні машини	115	4
6	Елементи захисту від перенапруг	185	6
7	Акумулятори	48	1
8	Сигнали	267	8
9	Приводи	258	8
10	Повітряні лінії СЦБ	38	1
11	Кабельні лінії СЦБ	357	11
12	Рейкові кола	652	20
13	Невиявлені та ін.	232	7
Всього відмов по службах Ш УЗ		3263	100

Причини відмов пристроїв та систем ЗА, на які припадає трохи більше 55 % від загальної кількості відмов, – це невиконання строків перевірки й огляду та неякісне виконання роботи (рис. 1.3, табл. 1.2), тобто суто суб'єктивні причини, які можуть бути значно зменшені при відповідних організаційних заходах.

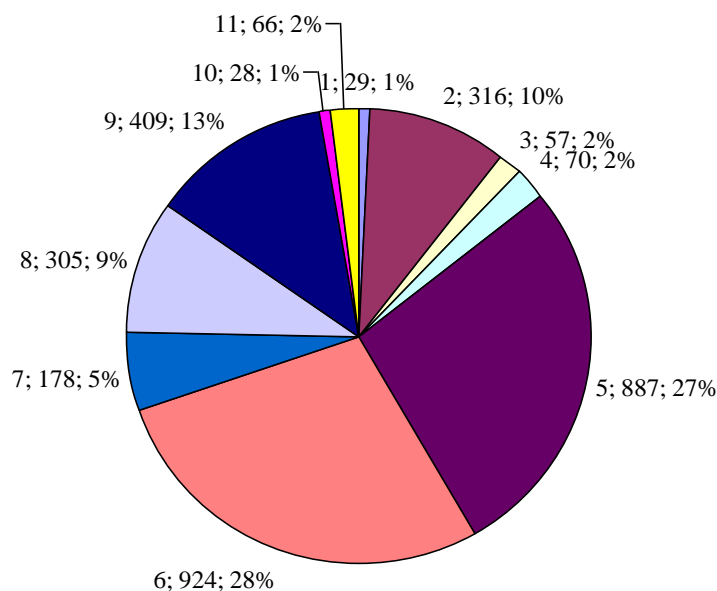


Рис. 1.3. Середньорічний розподіл загальної кількості відмов систем та пристроїв ЗА за причинами за період 2000-2005 рр.

Таблиця 1.2

Номер на діаграмі	Причини відмов	Середньорічні	
		кількість	%
1	2	3	4
1	Схемно-конструктивні	29	0,88
2	Виробничі (заводські)	316	9,68
	Експлуатаційні:	2829	86,58
3	– порушення правил виконання робіт	57	1,74
4	– помилки при виконанні робіт	70	2,13
5	– невиконання строків перевірки й огляду	887	27,14
6	– неякісне виконання роботи	924	28,28

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
7	– неякісна перевірка та ремонт в РТД	178	5,45
8	– причина не встановлена	305	9,33
9	– інші	409	12,5
10	Вплив сторонніх осіб та організацій	28	0,86
11	Вплив грозових та комутаційних перенапружень	66	2,0
Всього по службах Ш УЗ		3268	100,0

Однією з головних проблем у господарстві АТЗ є відставання темпів модернізації та оновлення технічних засобів господарства від темпів їх фізичного старіння. Згідно з аналізом стану безпеки руху на залізницях України Головного управління безпеки руху та екології, за останні роки знос основних засобів господарства АТЗ досяг 60 %, з них знос пристроїв СЦБ наблизився до 70 %. На Львівській залізниці, де ключовою залежністю обладнано близько 100 станцій, знос маршрутно-контрольних пристроїв сягнув 96 %.

Системи ЕЦ на 12 станціях, які побудовані у 50 - 60-х рр. минулого століття, потребують негайної модернізації. Ще 226 систем ЕЦ потребують часткової заміни елементів та модернізації протягом 2007 – 2010 рр., так як фізично і морально застарілі системи СЦБ не в змозі забезпечити необхідний рівень безпеки руху поїздів.

Масштабність і складність робіт з оновлення систем ЗА на сучасному етапі можна спостерігати на прикладі систем діагностування стану буксових вузлів рухомого складу. З одного боку, як аргумент, через низькі темпи модернізації та оновлення основних засобів на залізницях України експлуатуються морально застарілі та фізично зношені прилади автоматичного контролю буксових вузлів рухомого складу ПОНАБ-3, більшість яких відпрацювала понад 30 років при гарантійному строці служби 8 років. Тому можна зробити суб'єктивний висновок, що відповідними фахівцями, які причетні до реалізації технічної політики з оновлення

пристроїв і систем у цьому напрямі галузі ЗА, нічого не робиться.

Але ж, як свідчать статистичні дані табл. 1.3, за останні роки на залізницях України проведено значні обсяги робіт з оновлення і модернізації систем виявлення перегрітих букс у рухомих одиницях поїзда, відповідна робота навіть за умови обмежених фінансових можливостей активно проводиться. Так, у 2003 р. частка вітчизняної системи АСДК-Б до загальної кількості пристроїв складала 0,33 %, у 2004 р. – 8,3 %, а у 2007 р. – 43,6 %. І це при умові, що загальна кількість пристроїв діагностування буксових вузлів за період з 2003 по 2007 рр. не залишалася постійною, а зросла на 32,8 %. Все одно темпи загального оновлення будь-яких пристроїв та систем ЗА залишаються недостатніми.

Таблиця 1.3

Показники використання на залізницях України систем виявлення перегрітих букс

№ з/п	Пристрої та системи	Кількість комплектів за роками					
		2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	ПОНАБ	276	276	267	211	177	138
2	ДИСК	321	321	322	316	239	183
3	АСДК-Б	2	2	58	165	225	346
4	КТСМ-01Д	0	0	50	78	146	127
5	Всього комплектів	599	599	697	770	787	794
6	Сигнальні світлові показчики і мовні інформатори	19	450	680	768	785	793

Підлягають також капремонту або модернізації близько 70 % зношених вагонних уповільнювачів, що встановлені на сортувальних гірках залізниць України.

2. Основні економічні аспекти відновлення і розвитку систем залізничної автоматики

2.1. Основні напрямки розвитку технічних засобів залізничної автоматики

Виходячи із завдань, що стоять перед залізничним транспортом, рівня оснащеності і стану засобів ЗА, програм їх відновлення і розвитку у відповідності до Концепції розвитку залізничного транспорту та поділу залізничних мереж на класи (категорії), можливі такі основні напрямки розвитку технічних засобів ЗА [1]:

1. Оздоровлення засобів ЗА шляхом повної заміни або модернізації систем на станціях та перегонах, що виробили свій ресурс і експлуатація яких не може бути продовжена.

2. Скорочення надмірності засобів ЗА і приведення технічної оснащеності ліній і ділянок залізниць у відповідність до потреб перевезень (класом і категорією ліній, що втратили на перспективу соціальну та економічну значущість).

3. Підвищення рівня оснащеності і якісного рівня систем ЗА шляхом упровадження нових прогресивних систем і пристроїв, повної заміни і модернізації морально і фізично застарілих до рівня, що забезпечує вирішення завдань комплексної автоматизації керування перевізним процесом із масовим впровадженням сучасних інформаційних технологій.

4. Комплексний підхід при вирішенні завдань відновлення ЗА. Створення комплексних систем автоматизації перевізного процесу за рахунок об'єднання безлічі окремих підсистем у комплексні системи, що забезпечують удосконалювання та реструктуризацію керування експлуатаційною роботою з максимальною її централізацією.

При цьому основні напрямки відновлення і модернізації засобів ЗА можуть бути такими:

- удосконалювання і розвиток традиційних систем ЗА;
- створення і впровадження засобів, що дозволяють отримати й автоматизувати нові функції в експлуатованих системах керування перевізним процесом;

- підвищення рівня інформаційного забезпечення за рахунок будівництва низових інформаційних засобів;
- централізація керування і контролю за поїзними операціями;
- максимально можливе скорочення постового, станційного напільного і перегінного устаткування;
- застосування новітніх серійних пристроїв і технологій для скорочення витрат на будівництво та експлуатацію.

При проведенні модернізації систем ЗА повинні вирішуватися завдання різкого скорочення експлуатаційних витрат і підвищення ефективності керування перевезеннями за рахунок організаційних заходів. Упровадження класичних релейних систем ЗА не забезпечує скорочення експлуатаційних витрат, а тільки вирішує завдання оздоровлення пристроїв. Подальше скорочення витрат на експлуатацію, підвищення ефективності експлуатаційної роботи на залізницях у даний час можливе тільки за рахунок упровадження нової техніки, пристосованої до використання прогресивної технології ТО, що має розширені функціональні можливості, які забезпечують виконання додаткових функцій щодо керування перевезеннями.

Для підвищення ефективності використання традиційних систем, що знаходяться в експлуатації, необхідно передбачити їхню модернізацію шляхом застосування МП і електронних вузлів, упровадження засобів діагностики і контролю, заміни РК, скорочення кількості кабелю та ін.

2.2. Ефектоутворюючі складові економічної ефективності систем залізничної автоматики на базі обчислювальної техніки та мікропроцесорів

Ефективність застосування МП систем ЗА оцінюється не тільки економічними показниками. Першорядним також є питання забезпечення безпеки руху поїздів.

При впровадженні МП систем ЗА забезпечується максимальне скорочення апаратної й оперативної

складності завдань, виконуваних експлуатаційним і оперативним персоналом при виникненні відмовлень. Тим самим вплив людського фактора на функціонування пристроїв різко скорочується, отже, забезпечується підвищення рівня безпеки руху поїздів, скорочення випадків браку і втрат, пов'язаних з цими браками.

При визначенні економічної ефективності відновлення і розвитку систем ЗА повинні використовуватися:

- прогнозовані обсяги вантажообігу і пасажирообігу за роками на розрахунковий період;
- дані про необхідні інвестиції відновлення і розвитку систем ЗА, а також про скорочення експлуатаційних витрат на утримання цих пристроїв;
- звітні дані за останній період про дохідні ставки, собівартість перевезень по мережі залізниць;
- питомий прибуток виходячи із зазначеного (к./ткм).

Участь у формуванні прибутку від комплексної реконструкції засобів ЗА шляхом заміни релейних систем на МП системи, як складової частини інформатизації залізниць, з огляду на прогресивні рішення, які забезпечують підвищення якості експлуатаційної роботи і залучення додаткових обсягів перевезень, а також потужностей, що вводяться, повинна оцінюватися відсотковим співвідношенням обсягів пристроїв МП систем, що вводяться, і обсягів повної модернізації ЗА.

До ефектоутворюючих складових при розрахунку економічної ефективності систем ЗА на базі обчислювальної техніки та МП, використанні сучасних інформаційних технологій належать такі:

- скорочення річних експлуатаційних витрат на утримання та обслуговування пристроїв ЗА;
- скорочення річних експлуатаційних витрат, пов'язаних з відновленням пристроїв ЗА;
- скорочення споживання електроенергії пристроями ЗА, зниження їх енергоємності, можливість використання та резервування сучасних засобів електроживлення;
- скорочення витрат на утримання і ремонт виробничо-технічних площ;

- скорочення витрат на утримання технічного персоналу з ремонту апаратури СЦБ;
- скорочення витрат на утримання оперативного персоналу на станціях;
- скорочення збитку в поїзній роботі;
- участь у формуванні прибутку від заміни релейних систем на мікропроцесорні.

При впровадженні перспективних систем ЗА на базі МП, крім економічних показників, досягається ефективність, що визначається такими натуральними і якісними показниками:

- підвищення безпеки руху поїздів;
- поліпшення умов праці обслуговуючого й оперативного персоналу;
- підвищення рівня інформатизації оперативного персоналу;
- автоматизація документообігу;
- підвищення якості безпеки робіт і охорони праці;
- підвищення надійності пристроїв;
- підвищення якості експлуатаційної роботи з керування перевезеннями;
- підвищення пропускної здатності станцій і ділянок;
- прискорення обороту рухомого складу;
- скорочення засобів проектування і будівництва.

Формування Програми модернізації і розвитку засобів ЗА, визначення обсягів і варіантів модернізації повинні виконуватися з урахуванням таких факторів:

- стан і строки експлуатації й обсяги технічних засобів, що фізично і морально застаріли;
- економічні фактори при визначенні обсягів часткової і повної модернізації пристроїв;
- розширення функціональних можливостей традиційних систем при їхній модернізації;
- технологічний розвиток постів централізації від суто релейних систем до систем з використанням обчислювальної і МП техніки;

- поетапне нарощування обсягів упровадження засобів ЗА з використанням МП техніки.

Світова статистика аварій на залізницях показує, що їх значна частина відбувається на станціях. Це свідчить про те, що технологія роботи станційних пристроїв керування рухом поїздів, систем ергатичних, є більш складною, ніж перегінних систем ІРРП, а рівень забезпечення безпеки руху поїздів технічними засобами ЗА при організації поїзної та маневрової роботи поки що недостатній. Тому при повній і комплексній модернізації середніх і великих станцій потрібно:

- передбачати застосування альтернативних МП і гібридних систем централізації (МПЦ та РПЦ) з модульним принципом компонування функціональних вузлів, застосування яких повинне різко скоротити обсяги постового устаткування;

- проводити поетапну модернізацію застарілих систем, заміну експлуатованих пультів керування і табло, що не задовольняють сучасні вимоги автоматизації за рівнем інформатизації.

Застосування МП і гібридних систем ЕЦ, АРМ ДСП дозволить:

- скоротити капвкладення в ЕЦ за рахунок скорочення обсягів апаратури, заміни пультів керування, використання кабельних та провідних кіл ув'язування з релейним приміщенням (значне зменшення кількості постових кабелів досягається в системах МПЦ);

- оптимізувати роботу оперативного персоналу з керування поїзною та маневровою роботою на станції за рахунок автоматизації рутинних операцій ДСП;

- розширити виконувані функції ЕЦ;

- підвищити безпеку руху поїздів;

- поліпшити контроль за роботою ДСП і пристроїв ЕЦ завдяки наявності засобів діагностики, контролю, протоколювання їхньої роботи та ін.

3. Упровадження мікропроцесорних систем залізничної автоматики та їх вплив на удосконалення експлуатаційної діяльності залізниць

3.1. Основні складові етапів життєвого циклу систем залізничної автоматики

Економічна ефективність, загалом, виражається в збільшенні обсягу виробництва, поліпшенні якості, підвищенні продуктивності праці, зниженні витрат.

Оцінка ефективності інвестицій, спрямованих на відновлення і розвиток систем ЗА шляхом застосування МП систем ЗА замість релейних, повинна враховувати інтегральний ефект, отриманий всією залізничною інфраструктурою, що може бути визначено як сума поточних ефектів за увесь розрахунковий період, який приведений до початкового року, або як перевищення інтегральних результатів над інтегральними витратами.

Будь-які системи та пристрої протягом їх використання проходять певні етапи життєвого циклу – від розроблення, виготовлення та випробувань до демонтажу (утилізації) через встановлений строк постійної експлуатації, що є головною метою їх створення та використання (табл. 3.1). На різних етапах життєвого циклу системи та пристрої вимагатимуть відповідних матеріальних вкладень і даватимуть відповідні ефекти згідно з обраними критеріями їх визначення. Очевидно, що витрати на технічні засоби будуть супроводжувати їх протягом усіх етапів життєвого циклу (розроблення, виготовлення, експлуатаційні витрати на підтримку у працездатному стані, витрати на електроенергію, паливо, витратні матеріали та ін.). Отримання ж доходу від них має місце лише на етапі постійної експлуатації із вирішенням певних технологічних завдань з випуску промислової та іншої продукції, надання відповідних послуг (для залізничного транспорту це просторове переміщення пасажирів та вантажів протягом заданого проміжку часу із певними умовами та безпекою).

Основні дані, які нижче використовуються в прикладах розрахунків економічної ефективності систем електричної автоматики на базі мікропроцесорів, наведені в дод. 1-10.

Таблиця 3.1

Основні ефектоутворюючі складові систем ЗА на усіх етапах їх життєвого циклу

№ з/п	Найменування етапу	Елементна база систем ЗА			
		РК	РП	МП	
				одичні проекти	повторні проекти, серійне виробництво
1	2	3	4	5	6
<i>1 Етапи розроблення ТЗ, технічної та проектної документації, виготовлення дослідного зразка, проведення стендових випробувань на виробничій базі розробника</i>					
1.1	Розроблення ТЗ на систему	+	+	+	+ (скорочення строків розроблення ТЗ, реєстрації ТУ)
1.2	Розроблення принципів побудови, концепція та програма досягнення ФБ і надійності	–	+*)/–	+	+ (використання апробованих раніше технічних рішень з досягнення ФБ)
1.3	Розроблення комплексу технічної документації	+	+	+	
1.4	Проведення проектних робіт з “прив’язкою” до об’єкта автоматизації (станції)	+	+	+	
1.5	Закупівля: – апаратних складових системи – системного ПЗ – ОС, САПР, SCADA- системи, т.п.	+	+	+	Придбане для роботи над першим проектом ліцензійне системне ПЗ використовується у подальших проектах
		–	+*)/–	+	

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
1.6	Виготовлення, макетування (монтаж) та перевірка технічних рішень по узгодженню із об'єктами керування та контролю	–	+/-	+	Використання апробованих раніше технічних рішень, що пройшли повний цикл випробувань
1.7	Розробляння та налагодження прикладного ПЗ користувача для складових системи	–	+ ^{*)} /–	+	Використання в подальших проєктах програмних модулів з бібліотеки функціональних блоків, які пройшли налагодження і тестування
1.8	Розробляння комплексу документів «Доказ ФБ системи», програм-методик (ПМ) проведення необхідних видів випробувань системи	–	+ ^{*)} /–	+	Скорочення строків підготовки документів та ПМ за рахунок напрацювань попереднього проєкту
1.9	Проведення стендових випробувань на базі розробника системи	–	+ ^{*)} /–	+	Скорочення обсягів випробувань, тільки комплексні випробування у складі АПК без автономного налагодження і тестування окремих модулів і блоків, використання окремих попередніх програм-методик випробувань
2 Проведення сертифікаційних випробувань					
2.1	Проведення сертифікаційних випробувань у незалежному акредитованому випробувально-сертифікаційному центрі (лабораторії)	–	+ ^{*)}	+	Скорочення обсягів випробувань (тільки на ФБ без випробувань на ЕМС, кліматичні, механічні фактори для незмінних ПТК), використання попередніх програм-методик випробувань

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
<i>3 Експлуатаційні випробування дослідного зразка</i>				
3.1	Проведення пусконаладжувальних робіт на об'єкті автоматизації	+	+	-/+
3.2	Експлуатаційні випробування системи (дослідна експлуатація)	+	+	+
<i>4 Постійна експлуатація системи</i>				
4.1	Економія площі службово-технічних приміщень поста ЕЦ, перегінних шаф (транспортабельних контейнерів), кузова локомотива	-	+/-	+
4.2	Зменшення потреб у будівництві нових будівель під пости, використання існуючих приміщень	-	+/-	+
4.3	Гнучкість і адаптація до реконфігурації колійного розвитку станцій. Витрати на адаптацію	- +	+/- +	+ +
4.4	Використання нових типів живильних установок, джерел безперебійного живлення, акумуляторних батарей, що не обслуговуються, здешевлення системи вентиляції	-	+/-	+
4.5	Скорочення втрат у перевізному процесі за складовими: – підвищення рівня безпеки руху за рахунок скорочення помилок оперативно - диспетчерського персоналу; – оперативність усунення відмов технічних засобів; – економія заробітної плати за рахунок скорочення персоналу; – скорочення затримок (зупинок) поїздів перед сигналами; – скорочення простою і прискорення обігу вантажних вагонів; – економія витрат на ремонт вагонного та локомотивного парку	-	+	+

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
4.6	Скорочення постового обладнання (реле, стативи, пульт керування, кабельна продукція, ін.)	–	+/-	+
4.7	Величина споживаної електричної енергії	Незначна перевага на користь МПЦ		
4.8	Скорочення кількості обслуговуючого персоналу постового обладнання (з урахуванням РТД)	–	+/-	+
4.9	Обсяг функцій, що реалізуються системою згідно з сучасними вимогами: – контрольовані пункти ДЦ; – діагностика, телевимірювання, самодіагностика; – протоколювання та архівація (функції «чорного ящика»); – об'єднання зон керування кількома ДСП і скорочення персоналу чергових; – автоматизація керування заданням маршрутів, авторежими; – інтеграція функцій інших систем і підсистем (ДЦ, АБ, оповіщення працюючих на коліях, очищення стрілок, керування компресорними станціями, АПС, т. ін.); – ведення електронних журналів, безпаперова технологія; – розширений обсяг інформації, що передається (станції, перегони, переїзди); – інтелектуальний інтерфейс ергатичної системи (мовні підказки, нормативно-довідкові дані, логічний контроль за діями оперативного персоналу); – показники надійності обладнання систем	–	+ (із деяким обмеженням)	+

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
4.10	Експлуатаційні витрати:			
	– на поточне обслуговування обладнання;	+	-/+	–
	– на матеріали і ЗІП;	+	+/+	–
	– на утримання РТД;	+	-/+	–
	– на відновлення пристроїв;	+	-/+	–
	– на будівництво, утримання і ремонт виробничо-технічних приміщень;	+	-/+	–
	– на поїзну роботу, пов'язану з відмовами пристроїв (відсутність діагностики, низька надійність);	+	-/+	–
	– на утримання оперативного персоналу за рахунок рівня автоматизації функцій, документообігу, інформатизації)	+	–	–
4.11	Можлива необхідність заміни обчислювальної техніки на нову з необхідністю через 5-10 років проведення випробувань на ФБ нової техніки і ППЗ	–	+/-	+

Примітки:

1. Скорочення елементної бази систем: РК – релейно-контактна, РП – релейно-процесорна (гібридна), МП – мікропроцесорна.

2. Позначення в системах РП x/y – чисельник (x) – логічний інтерфейс, набірна група системи (АРМ ДСП, АРМ ШН), знаменник (y) – керування зовнішніми виконавчими об'єктами та контроль за їх станом (виконавча група).

3. Умовні позначення "+", "-" – відносні якісні (без кількісних показників) наявні витрати на реалізацію відповідного етапу життєвого циклу або умовно значні (наявні), або незначні (відсутні).

4. Позначка *) – окремі показники МПЦ справедливі і для підсистеми РПЦ верхнього рівня.

Опис базового варіанта ефективності системи керування рухом поїздів може бути складений за допомогою п'яти укрупнених параметрів:

- забезпечення якості і надійності роботи (рівень функціональної безпеки – ФБ, показники надійності, функціональні можливості);

- універсальність використання й адаптація до місцевих умов системи на мережі залізниць, можливість її інтеграції із системами аналогічного призначення або іншими системами;

- капітальні вкладення;
- експлуатаційні витрати;
- строк будівництва і введення в постійну експлуатацію.

У реалізації технічної політики із впровадження МП систем може бути кілька варіантів:

- одиничні варіанти однотипних МП систем, які виконані різними виконавцями (підприємствами-розробниками) (у проектах різна ідеологія побудови та реалізації апаратно-програмних комплексів – АПК);

- ряд послідовних однотипних (аналогічних) проектів, які виконані на базі різних АПК одним виконавцем (зберігається та успадковується ідеологія побудови та реалізації АПК, але АПК є продукцією різних фірм і мають різні експлуатаційно-технічні характеристики та показники надійності, що вимагає проведення відповідних випробувань АПК для кожного проекту);

- ряд послідовних однотипних (аналогічних) проектів, які виконані на основі базового варіанта АПК (принаймні однієї фірми-виробника апаратних засобів та системного програмного забезпечення – ПЗ) одним виконавцем (у проектах зберігаються та успадковуються як ідеологія побудови та реалізації АПК, так і експлуатаційно-технічні характеристики та показники надійності).

Значне скорочення витрат на етапах проектування, комплексу випробувань та доказу ФБ, виготовлення АПК системи ЗА можливе при реалізації третього варіанта. Джерела скорочень витрат при повторному використанні

програмно-технічних рішень в однотипних об'єктах автоматизації (колійні трансмітери, дешифратори і т.п. в АБ, модулі введення та індикації інформації, бортові комп'ютери локомотивних систем САР, АПК МПЦ і т.д.) наведені в табл. 3.1.

Основними показниками для розрахунків ефективності є експлуатаційні витрати і собівартість продукції, капітальні вкладення, обсяги продукції. Крім грошових показників ефективності повинні використовуватися якісні показники, що відбивають, загалом, якість продукції і перевезень, умови праці, рівень безпеки праці, надійність і безперебійність процесів, ступінь їхньої автоматизації, ступінь складності експлуатації і ремонту, строки проектування, будівництва.

Для оцінки економічної ефективності нової техніки СЦБ використані такі натуральні показники: підвищення безпеки руху поїздів і надійності пристроїв, збільшення пропускної здатності, скорочення технологічних операцій, пов'язаних з формуванням поїздів та їх рухом, скорочення потреби локомотивного та вагонного рухомого складу та ін.

У загальному вигляді річний економічний ефект від систем та пристроїв ЗА може бути визначений за такими складовими:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \Delta\Pi,$$

де \mathcal{E}_1 – економія експлуатаційних витрат по господарству СЦБ;

\mathcal{E}_2 – економія експлуатаційних витрат по інших господарствах;

$\Delta\Pi$ – приріст прибутку за рахунок поліпшення експлуатаційної роботи.

При розрахунку ефективності справедливо використати експлуатаційні витрати, які мало залежать від розмірів руху поїздів, і витрати, що залежать від розмірів руху і пов'язані з роботою рухомого складу.

Експлуатаційні витрати по господарству СЦБ відносно мало залежні від розмірів руху поїздів, тому розглядаються,

головним чином, витрати на утримання і ремонт стаціонарних пристроїв.

Для кількісної оцінки обсягів пристроїв, що вводяться в експлуатацію, в дистанціях сигналізації та зв'язку використовується спеціальний показник – технічна одиниця, що являє собою кількість технічних пристроїв, на обслуговування яких затрачається місячна праця одного працівника. Загальний обсяг пристроїв, що знаходяться в експлуатації, оцінюється показником «технічна оснащеність».

3.2. Складові трудовитрат на технічне обслуговування релейних та мікропроцесорних систем залізничної автоматики

Процес технічного обслуговування (ТО) систем і пристроїв ЗА містить у собі чотири групи робіт: регламентні роботи (РР), додаткові роботи (ДР), комплексні перевірки (КП), відновлення пристроїв після відмовлення (ВВ). У загальному вигляді обсяг робіт ТО визначається кількістю і трудомісткістю окремих операцій і їхньою періодичністю виконання.

Кількісну оцінку обсягу робіт з ТО на всі системи СЦБ можна подати в такому вигляді [4]:

$$Q(+)=\left(\sum_i^k \tau_{pj}\right) / t_{pj} + \sum_i^\lambda \tau_{di} + \tau_{cz} \cdot m + t_k \cdot n \rightarrow \min ,$$

де τ_{pj} – нормований час виконання однієї РР;

k – кількість виконуваних РР;

τ_{di} – час виконання однієї ДР;

t_{pj} – періодичність i -ї РР;

τ_{cz} – середні витрати праці на відновлення об'єкта після відмовлення;

t_k – витрати праці на КП;

m – кількість відмовлень;

n – кількість КП за час t .

Аналіз витрат праці техперсоналу дистанцій на процес ТО показує, що в середньому на виконання чотирьох зазначених груп робіт має місце такий розподіл робочого часу: якщо весь ресурс часу бригади прийняти за 100 %, то РР займає 80 – 90 %, ДР – (8 – 12) %, КП – (3 – 5) %, ВР – до 2 % (рис. 3.1).

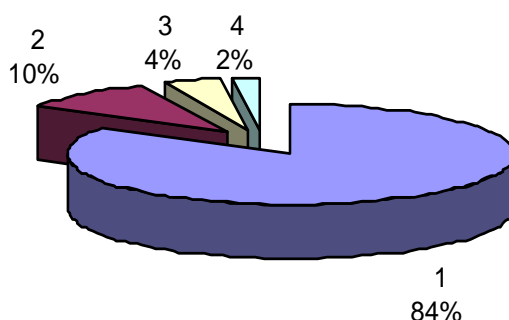


Рис. 3.1. Усереднений розподіл часу за основними групами робіт ТО:

- 1 – регламентні роботи (РР); 2 – додаткові роботи (ДР);
3 – комплексні перевірки (КП); 4 – відновлення пристроїв після відмовлення (ВВ)

Для оцінки скорочення експлуатаційних витрат на ТО основних систем ЗА потрібні розрахунки трудовитрат на їх ТО і їхній розподіл за окремими пристроями та елементами систем ЗА.

Методика розрахунку заснована на визначенні витрат праці на ТО відповідних пристроїв за місяць $\sum T^{TO}$. Для оцінки розподілу трудовитрат за елементами пристроїв з метою спрощення розрахунків визначені трудовитрати на 1 технічну одиницю пристроїв ЗА.

Досвід експлуатації сучасних систем ЗА зарубіжних залізниць, особливо залізниць Російської Федерації (РФ), як найбільш адаптованих до умов роботи залізниць України, побудованих на різній елементній базі, дозволяє зробити такі припущення. Згідно з інструкціями і «Типовими нормами часу на обслуговування пристроїв СЦБ», витрати праці на ТО пристроїв ЕЦ складаються з таких складових:

- перевірка залежностей ЕЦ $t^{ПЗ}$;
 - обслуговування світлофорів $t^{СВ}$;
 - обслуговування стрілочних переводів $t^{СТ}$;
 - обслуговування рейкових кіл $t^{РК}$;
 - обслуговування апаратів керування $t^{АК}$;
 - обслуговування приладів СЦБ $t^{ПР}$;
 - обслуговування переїздів $t^{ПЕР}$;
 - обслуговування джерел живлення $t^{ДЖ}$;
 - обслуговування кабельних мереж, монтажу і залізобетонних конструкцій $t^{КАБ}$;
 - перевірка і ремонт приладів у РТД $t^{РТД}$.
- Сумарні витрати складуть:

$$\sum t^{ЕЦ} = t^{ПЗ} + t^{СВ} + t^{СТ} + t^{РК} + t^{АК} + t^{ПР} + t^{ПЕР} + t^{ДЖ} + t^{КАБ} + t^{РТД} = 5,1 + 7,3 + 42,5 + 63,1 + 0,5 + 12,5 + 0,1 + 4 + 6 + 32 = 173,1 \text{ год.}$$

У відсотковому співвідношенні трудовитрати за видами пристроїв ЕЦ відповідно до вищевказаних трудовитрат розподілені в такий спосіб:

$$t^{ПЗ} = 2,8\%, t^{СВ} = 4,2\%, t^{СТ} = 24,5\%, t^{РК} = 36,5\%, t^{АК} = 0,21\%, t^{ПР} = 7,2\%, t^{ПЕР} = 0,39\%, t^{ДЖ} = 2,3\%, t^{КАБ} = 3,4\%, t^{РТД} = 18,5\%.$$

Витрати праці на ТО пристроїв АБ визначаються аналогічно:

$$\sum t^{АБ} = t'^{ПЗ} + t'^{СВ} + t'^{РК} + t'^{ДЖ} + t'^{ПР} + t'^{КАБ} + t'^{РТД} = 9,6 + 18,5 + 16,1 + 40 + 35,6 = 173,1 \text{ год.}$$

У відсотковому співвідношенні трудовитрати за видами пристроїв АБ відповідно до фактичних витрат розподілені в такий спосіб:

$$t'^{ПЗ} = 5,6\%, t'^{СВ} = 10,7\%, t'^{РК} = 18,4\%, t'^{ПР} = 10,9\%, t'^{ДЖ} = 9,3\%, t'^{КАБ} = 23,1\%, t'^{РТД} = 20,6\%.$$

Загальна (функціональна) структура складових релейних систем ЕЦ та МПЦ практично однакова (постові і

колійні пристрої, робочі місця оперативного персоналу, джерела живлення і т.п.), тому класифікація витрат на ТО систем МПЦ збережеться такою ж, як і для релейних ЕЦ. Отже, можемо записати складові витрат на ТО системи МПЦ:

$$\sum t^{МПЦ} = t^{ПЗ} + t^{СВ} + t^{СТ} + t^{РК} + t^{АК} + t^{ПР} + t^{ПЕР} + t^{ДЖ} + t^{КАБ} + t^{РТД}.$$

Шляхом поелементного аналізу і порівняння експлуатаційно-технічних характеристик і експлуатаційних витрат релейних і МП систем ЕЦ можна визначити рівень загального зниження експлуатаційних витрат у системі МПЦ у порівнянні з релейною системою ЕЦ (рис. 3.2) (відповідно при наявності таких статистичних даних).

Аналогічні висновки справедливі і для систем АБ на релейній і МП базі (рис. 3.3).

Аналіз статистичних даних по залізницях РФ щодо рівня скорочення витрат на ТО [4] у системах МПЦ і системах АБ на базі МП техніки у порівнянні з релейними системами наведений у дод. 5 (табл. Д.5.1).

З урахуванням зниження трудовитрат, матеріалів, енергоресурсів, транспорту й інших витрат забезпечується загальне скорочення експлуатаційних витрат від 50 до 65 %. Для розрахунку економічної ефективності від впровадження систем ЗА на сучасній елементній базі у подальшому приймемо коефіцієнт скорочення витрат $\alpha = 0,6$.

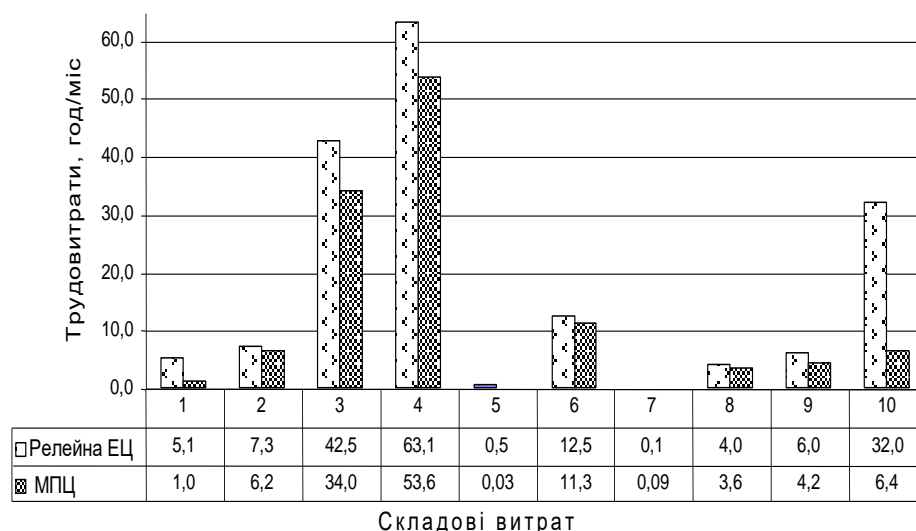


Рис. 3.2. Кількісне порівняння витрат часу на ТО за основними складовими у системах релейних ЕЦ та МПЦ

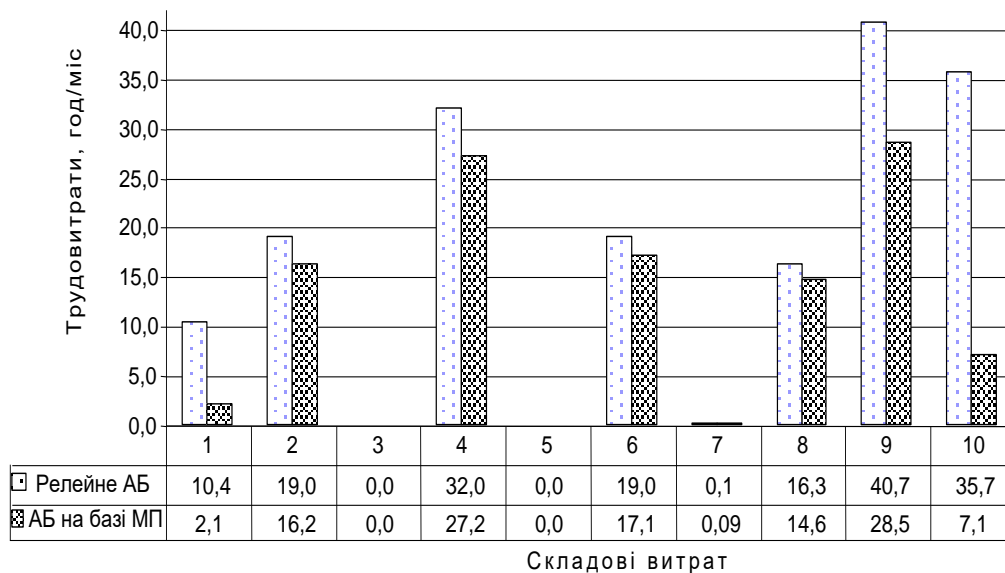


Рис. 3.3. Кількісне порівняння витрат часу на ТО за основними складовими у системах АБ релейних і на базі МП

Перелічені складові витрати на рис. 3.2, 3.3 означають таке: 1 – $t^{ПЗ}$; 2 – $t^{СВ}$; 3 – $t^{СТ}$; 4 – $t^{РК}$; 5 – $t^{АК}$; 6 – $t^{ПР}$; 7 – $t^{ПЕР}$; 8 – $t^{ДЖ}$; 9 – $t^{КАБ}$; 10 – $t^{РТД}$.

3.3. Ефективність комплексної реконструкції застарілих систем електричної централізації шляхом заміни на нові мікропроцесорні системи

При порівнянні експлуатаційно-технічних характеристик релейних систем ЕЦ і МПЦ встановлені такі фактори, що визначають економічну доцільність застосування МПЦ замість релейних ЕЦ:

- скорочення постового обладнання ЕЦ (до 80 реле на одну стрілку, стативів, пультів керування та ін.);
- скорочення виробничих площ на 50 %, займаних пристроями МПЦ, розміщення устаткування в діючих приміщеннях, зниження потреби в спорудженні будівель під пости ЕЦ;
- скорочення капітальних вкладень на будівництво постів ЕЦ;
- скорочення обладнання за рахунок інтеграції лінійних пристроїв ДЦ і ДК у МПЦ;
- скорочення постового обладнання для схем ув'язування ЕЦ з АБ за рахунок інтеграції АБ з ЕЦ;

- скорочення витрат і строків на будівництво ЕЦ за рахунок зменшення кількості кабельно-провідникової продукції, обладнання (реле, стативів, пультів керування);

- оптимізація роботи з керування руху поїздів на станції за рахунок комплексної модернізації пристроїв (ув'язування з пристроями ДЦ, ДК, автоматизація документообігу, автоматизація окремих функцій ДСП і оператора та ін.);

- діагностика зовнішніх об'єктів контролю та керування ЕЦ (колійного та периферійного постового обладнання, установок електроживлення та ін.);

- підвищення надійності пристроїв за рахунок скорочення кількості устаткування, кабельних мереж, резервування;

- підвищення рівня інформатизації, інформаційного забезпечення оперативного персоналу;

- зміна технології ТО.

Перераховані вище фактори, що визначають ефективність від упровадження МПЦ, забезпечують скорочення таких витрат:

- експлуатаційних витрат у господарстві СЦБ за рахунок скорочення обсягів постового обладнання ЕЦ, ДЦ, пристроїв АБ, ДК, застосування вбудованих засобів діагностики зовнішніх пристроїв, зміни технології ТО;

- витрат на відновлення пристроїв ЗА за рахунок підвищення надійності електронних компонентів ;

- витрат по господарству енергопостачання за рахунок зниження споживання електроенергії;

- витрат на утримання виробничих площ, займаних пристроями ЗА;

- капітальних вкладень на будівництво постів централізації і засобів ЕЦ за рахунок зменшення необхідних площ для розміщення пристроїв і зменшення обсягів постового обладнання;

- експлуатаційних витрат, пов'язаних з поїзною роботою, за рахунок скорочення відмов пристроїв, підвищення їх надійності, зменшення кількості обладнання, діагностики засобів ЗА;

- експлуатаційних витрат на утримання оперативного персоналу (операторів) за рахунок підвищення рівня інформатизації, автоматизації окремих функцій ДСП, автоматизації документообігу.

Комплексна модернізація станційних засобів автоматизації керування на базі МП техніки по суті створює і забезпечує проведення і виконання комплексу організаційних технічних і технологічних заходів, що забезпечують поліпшення системи керування перевезеннями не тільки на станціях, але й у цілому на залізничних дільницях, а саме:

- комплексне вирішення станційних і дільничних завдань з безпечного керування руху поїздів;
- прискорення проходження вагонопотоку через станції;
- поліпшення взаємодії всіх підрозділів, що беруть участь у перевізному процесі;
- оптимізація маневрових робіт;
- скорочення обсягу комплексу виконуваних показників і вимірників експлуатаційної роботи залізниць, з якими пов'язані і на які відносяться експлуатаційні витрати вагонних і локомотивних депо, дистанцій.

Досягається додатковий ефект у вигляді прибутку (підвищення дільничної швидкості і пропускної здатності, прискорення обігу рухомого складу) за рахунок підвищення ефективності керування руху поїздів, комплексного вирішення станційних завдань при підвищенні рівня автоматизації, інформатизації, оперативної роботи, впровадження інформаційних технологій.

3.4. Зміни експлуатаційних витрат, пов'язаних з експлуатаційними показниками роботи станцій, локомотивних і вагонних депо

У результаті підвищення надійності і якості впроваджуваних технічних засобів ЗА зменшується кількість відмов і тривалість їх відновлення. За рахунок цього скорочуються простої поїздів, локомотивів і вагонів, обсяги

маневрових пересувань, прискорюється обіг рухомого складу, підвищується оперативність керування перевізним процесом, скорочується оперативний персонал.

Розрахунок зміни експлуатаційних витрат, що залежить часто від розмірів руху поїздів, виконується методом видаткових ставок на пробіжні (вагоно-кілометри, локомотиво-кілометри) і часові (локомотиво-години, вагоно-години, поїздо-години) вимірники. Розрахунок експлуатаційних витрат здійснюється шляхом множення видаткових ставок на величину вимірника експлуатаційної роботи.

Зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних з поїзною роботою (зменшення збитку в поїзній роботі), визначається зменшенням витрат поїздо-годин на станціях і дільниці. У цілому зменшення простою вагонів і локомотивів на станціях, зменшення поточних витрат на маневрову роботу за рахунок зменшення відмовлень пристроїв ЗА визначаються за формулою

$$\Delta C_L = C_{ПЧ} \cdot T + C_O \cdot K_3,$$

де $C_{ПЧ}, C_O$ – укрупнені норми експлуатаційних витрат відповідно на затримку поїздів і їхню зупинку;

T, K_3 – кількість відповідно поїздо-годин простою і затриманих поїздів.

Кількість поїздо-годин простою і затриманих поїздів визначається таким чином:

$$T = (T_{ПЧ} + T_D) \cdot W, \quad K_3 = K \cdot W,$$

де K - кількість затриманих поїздів на одне відмовлення;

$T_{ПЧ}$ - поїздо-години простою на підходах і станціях, що припадають на одне відмовлення; ($T_{ПЧ}$ і K_3 визначаються за таблицями інструктивних вказівок ЦТех з визначення економічної ефективності впровадження систем керування якістю роботи підприємств залізничного транспорту);

W - кількість відмовлень пристроїв;

T_D – додаткові поїздо-години затримки, пов'язані з втратами часу на виконання додаткових операцій ДСП при відмовленні пристроїв.

Додаткові поїздо-години затримки T_D визначаються таким чином:

$$T_D = N \cdot 2 \cdot \beta_{Ц} (\Delta t_{УР} + \Delta t_{ПП}),$$

де N – кількість поїздів, що прямують по дільниці;

$\beta_{Ц}$ – коефіцієнт ефективності ЕЦ - 0,8;

$\Delta t_{УР}$ – додатковий час на установлення коефіцієнтів - 0,037;

$\Delta t_{ПП}$ – додатковий час прямуювання поїзда по маршруту - 0,013.

Коефіцієнти $\beta_{Ц}$, $\Delta t_{УР}$, $\Delta t_{ПП}$ визначені за даними досліджень Петербурзького державного університету шляхів сполучення.

Зниження простою вагонів на станціях забезпечує вивільнення частини вагонного парку, зменшення експлуатаційних витрат, пов'язаних із простоєм і ремонтом рухомого складу, й утворення додаткового прибутку:

$$\Delta C_{ВЧ} = e_{ВЧ} \cdot m \cdot \Delta nt,$$

де $e_{ВЧ}$ - видаткова норма на 1 ваг.год;

m - склад поїзда;

Δnt - заощаджені поїздо-години.

При впровадженні систем МПЦ на технічних та сортувальних станціях і станціях з досить великою місцевою та маневровою роботою ефективність досягається за рахунок оптимізації станційної роботи, прискорення просування вагонопотоку через станції, скорочення обсягів маневрових просувань. При цьому додатково розраховуються показники, пов'язані з вагонопотоком, що

проходить з переробкою, і локомотивним парком: заощаджені вагоно-години, заощаджені локомотиво-години маневрові й поїзні, частина вагонного і локомотивного парку, що вивільняється, скорочення витрат і прибуток, пов'язаний з парком, що вивільняється.

Скорочення експлуатаційних витрат, пов'язаних із простоем вагонопотоку:

$$\Delta C_{BM} = 365 \cdot e_{BЧ} \cdot m \cdot n_{\Phi} \cdot \Delta t_{3\Phi},$$

де n_{Φ} - середньодобова кількість поїздів з переробкою і місцевим формуванням;

$\Delta t_{3\Phi}$ - скорочення часу простою поїзда.

Зниження витрат на маневрову роботу:

$$\Delta C_M = e_M \cdot \Delta t_M,$$

де e_M – видаткова ставка на одну маневрову локомотиво-годину;

Δt_M – сумарні зміни при виконанні технологічних операцій з маневрової роботи (стосовно технологічного процесу станцій).

Зниження витрат на утримання локомотивного парку:

$$\Delta C_{\Pi} = [(\Pi_{\Pi} \cdot g_{\text{Л}} \cdot \Delta M_{\text{Лt}}) / 100] \cdot 8760,$$

де Π_{Π} – ціна локомотива;

$g_{\text{Л}}$ – величина відрахувань на капітальний ремонт, %;

$\Delta M_{\text{Лt}}$ – заощаджені локомотиво-години.

Примітка. Скорочення експлуатаційних витрат ΔC_{BM} , ΔC_M , ΔC_{Π} у розрахунку ефективності, що надається у прикладах, не враховано. Ці витрати доцільно враховувати при розрахунку ефективності для окремих об'єктів з використанням їхніх конкретних показників експлуатаційної роботи.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з утриманням і обслуговуванням технічних засобів, які мало залежать від розмірів руху, розраховують з використанням питомих експлуатаційних витрат C_y , визначених на основі фактичних результатів економічної діяльності ШЧ:

$$C_{\Pi} = C / B,$$

де C - експлуатаційні витрати;
 B - технічна оснащеність.

Скорочення експлуатаційних витрат ΔC за рахунок упровадження систем МПЦ визначається як добуток питомих експлуатаційних витрат, обсягів технічних засобів, що підлягають відновленню, і коефіцієнта α , який визначає зниження експлуатаційних витрат на пристрої МПЦ у порівнянні з пристроями релейними. Коефіцієнт α використаний у зв'язку з відсутністю нормативної бази на обслуговування МПЦ, і величина його встановлена на основі аналізу і зіставлення з базовою системою технічних, експлуатаційних показників, функціонального складу, обсягу апаратури трудовитрат, методів обслуговування та ін. На основі проведеного аналізу і розрахунку підрозд. 3.2 приймаємо $\alpha = 0,6$.

Розрахунки ефективності здійснено у цінах на 1.01.2007 р., норма дисконту прийнята 10 %.

Статистичний аналіз розрахунків ефективності впровадження МП систем у ЗА показує, що при комплексній реконструкції будь-яких релейних систем ЗА шляхом їхньої заміни на МП системи строк окупності сумарних інвестицій з початку їхнього вкладення не перевищує 7 –8 років. Це вказує на високу ефективність і доцільність комплексної реконструкції пристроїв ЗА шляхом застосування МП систем. При цьому реалізація програми модернізації засобів ЗА виведе галузь на якісно новий рівень, що забезпечить удосконалювання технології керування перевезеннями, посилення позицій на ринку транспортних послуг.

4. Методика оцінки економічної ефективності впровадження мікропроцесорних систем керування процесом перевезень

4.1. Сутність економічного ефекту та методичні документи для оцінки ефективності інноваційних проектів

Узагальнюючим критерієм економічної доцільності того чи іншого інноваційного проекту є оцінка його економічної ефективності. У даний час основними документами, які використовуються для оцінки економічної ефективності інноваційних проектів, є:

- «Методичні рекомендації з комплексної оцінки ефективності заходів, спрямованих на прискорення науково-технічного прогресу» (затверджені і введені в дію Постановою Державного комітету СРСР з науки і техніки і Президією наук СРСР від 3 березня 1988 р., №60\52);
- «Методичні рекомендації з оцінки інвестиційних проектів на залізничному транспорті», які затверджені в 1998 р. (містять основні методичні підходи до комплексної оцінки ефективності інноваційних проектів і придатні для загальногалузевого застосування).

Наведені вище методичні рекомендації є основою для розроблення методичних документів галузевого призначення, що враховують специфіку відповідної галузі. У системі залізничного транспорту СНД в 1991 р. розроблені «Методичні рекомендації з визначення економічної ефективності заходів науково-технічного прогресу на залізничному транспорті».

Інтегральний економічний ефект інноваційних проектів визначається за умови використання продукції за розрахунковий період згідно з такою формулою:

$$E_T = P_T - Z_T, \quad (4.1)$$

де E_T – економічний ефект за розрахунковий період;

P_T – вартісна оцінка результатів здійснення інноваційного проекту;

Z_T – вартісна оцінка здійснення інноваційного проекту за розрахунковий період.

Інтегральний (народногосподарський) економічний ефект E_{int} складається з локальних економічних ефектів (як позитивних, так і негативних) від прямого чи непрямого прояву результатів заходів і визначається так:

$$E_{int} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n, \quad (4.2)$$

де $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ – локальні економічні ефекти.

За початковий рік розрахункового періоду приймається рік початку фінансування робіт щодо здійснення заходу, включаючи проведення наукових досліджень. Кінцевий рік розрахункового періоду визначається моментом завершення всього життєвого циклу продукції, а також використання результатів здійснення заходів у народному господарстві.

Під інтегральним (народногосподарським) ефектом розуміється сукупний ефект, що утворюється в перших двох господарських ланках, охоплюваних інноваційним проектом, тобто складається ефект у сфері розроблення і виробництва нової техніки з ефектом у сфері безпосереднього використання.

На стадіях техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), вибору найкращого варіанта рекомендується дотримуватися народногосподарського підходу, що припускає:

- проведення розрахунку економічної ефективності по всьому циклу розроблення і реалізації нових пристроїв за встановлений для кожних пристроїв період, включаючи проведення наукових досліджень (НДР) і дослідно-конструкторських робіт (ДКР), освоєння та серійне виробництво, а також період використання результатів здійснення нових пристроїв у галузі;

- застосування в розрахунках системи економічних нормативів, урахування економічної нерівноцінності витрат і результатів, здійснюваних і одержуваних у різноманітні моменти часу, що досягається їх приведенням до єдиного розрахункового року;

- застосування в розрахунках єдиного по народному господарству нормативу ефективності капітальних вкладень і нормативів сплати за трудові та матеріальні ресурси.

Приведення витрат і результатів у залежності від обраного початкового моменту у розрахунковому періоді – з кінця або початку життєвого циклу, як обраного горизонту на t років, здійснюється множенням їх на коефіцієнт приведення (відповідно α_t або β_t) за формулою

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t} \text{ або } \beta_t = (1+E)^t, \quad (4.3)$$

де E – річний норматив дисконту;

t – порядковий номер року розрахунку життєвого циклу проекту.

Значення норми дисконту відповідає банківському депозитному відсотку. Найчастіше норма дисконту приймається на рівні 8 - 10 %.

У більшості випадків основними показниками оцінки загальної економічної ефективності інвестиційних проектів на залізничному транспорті виступають чистий дисконтний дохід (ЧДД) і строк окупності інвестицій.

ЧДД, або інтегральний ефект, визначається як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період, приведених до початкового року, або як перевищення інтегральних надходжень над інтегральними витратами.

Розмір ЧДД визначається за формулою

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (4.4)$$

де R_t – результат, що досягається на t -му році розрахунку (дохід);

Z_t – витрати (поточні та інвестиції в нові пристрої), здійснювані в тому ж році;

K_t – супутні і сполучені інвестиції (вкладення в інші об'єкти, будівництво або реконструкція яких необхідні для нормального функціонування основного об'єкта, вкладення в суміжні галузі народного господарства, що забезпечують основними й оборотними коштами подальшу експлуатацію об'єкта);

T – тривалість життєвого циклу нових пристроїв.

Незалежно від характеру і цілей інноваційного проекту при визначенні витрат необхідно керуватися такими основними принципами:

- при визначенні інтегрального ефекту в сумарні витрати на проведення інноваційного проекту включаються витрати як на розроблення і виробництво, так і на використання нової техніки в усіх галузях народного господарства, тобто витрати всіх учасників реалізації заходу;

- до складу витрат входять усі види поточних і одноразових витрат як у виробничій, так і в невиробничій сфері;

- при визначенні сукупних витрат на проект, що охоплює розроблення, виробництво і використання нової техніки, неприпустиме повторне урахування витрат;

- у розрахунках витрат необхідно враховувати динаміку за всіма роками розрахункового періоду.

4.2. Визначення економічних ефектів на стадіях розроблення, виготовлення та у сфері експлуатації мікропроцесорних систем залізничної автоматики

Вартісна оцінка результатів впровадження МП систем керування перевізним процесом P_T буде складатися з економічних ефектів на стадіях НДР, ДКР, виготовлення та у сфері експлуатації нових пристроїв:

$$P_T = P_H + P_e = \sum_{t=t_H}^{t=t_k} (P_H + P_e) \cdot \alpha t \quad (4.5)$$

На стадії виконання НДР та експериментальних робіт вартісна оцінка результатів визначається таким чином:

$$P_H = P_{H1} + P_{H2} + P_{H3}, \quad (4.6)$$

де P_{H1} – ефект за рахунок скорочення строків розроблення ТЗ, виконання проектних робіт, технічної документації, програм-методик випробувань, розроблення та реєстрації технічних умов (ТУ) (у випадку планування серійного випуску продукції) при роботі над повторними проектами;

P_{H2} – скорочення обсягів випробувань при наявності позитивних результатів випробувань апаратно-програмних засобів у проектах, що виконувалися раніше і також використовуються у поточному проекті;

P_{H3} – економія на програмних модулях, які пройшли налагодження, тестування, випробування в аналогічних попередніх проектах і задокументовані у відповідних бібліотеках користувача.

Показник P_{H1} визначається за формулою

$$P_{H1} = \Delta T \cdot \Delta \mathcal{U} \cdot \varepsilon_3, \quad (4.7)$$

де ΔT – економія часу на розроблення Технічного завдання (ТЗ), технічної документації, проектні роботи, розроблення та реєстрацію Технічних умов (ТУ);

$\Delta \mathcal{U}$ – чисельність або скорочення чисельності персоналу, який бере участь у розробленні;

ε_3 – середній розмір оплати за годину роботи відповідних фахівців.

Показник P_{H2} визначається аналогічно P_{H1} . Показник P_{H3} визначається прийнятою вартістю програмних модулів.

Складові P_n при їх наявності (набутий досвід та робота в аналогічних попередніх проектах, за результатами яких розроблено відповідну технічну документацію, апробовано низку технічних рішень за принципами побудови програмно-апаратних складових, сформовано бібліотеку користувача опрацьованих та тестованих програмних модулів, т.ін.) повинні враховуватися при розробленні та виготовленні будь-яких систем та пристроїв СЦБ на базі МП техніки – МПЦ, АБ, ГАЦ, ДЦ, ДК, АПС, їх окремих складових та пристроїв.

У стадії експлуатації МП систем економія експлуатаційних витрат та капітальних вкладень визначається таким чином:

$$P_e = P_{e1} + P_{e2} + P_{e3} + P_{e4} + P_{e5} + P_{e6} + P_{e7} + P_{e8} + P_{e9} + P_{e10} + P_{e11} + P_{e12} \quad , \quad (4.8)$$

де P_{e1} – економія площі службово-технічних приміщень поста ЕЦ, перегінних шаф, кузовів локомотивів тощо (враховується у будь-яких системах ЗА або їх ієрархічних складових, що замінюють стару техніку і потребують для розміщення обладнання службово-технічні приміщення – МПЦ, ДК, ДЦ, ГАЦ, АБ із централізованим розміщенням обладнання – АБТЦМ);

P_{e2} – економія капітальних вкладень у будівництво нових будівель (враховується аналогічно P_{e1});

P_{e3} – економія заробітної плати з відрахуваннями на соціальні потреби у зв'язку із скороченням персоналу постового обладнання, яка визначається таким чином:

$$P_{e3} = \Delta U \cdot \varepsilon_3 \cdot K_1 \cdot 12 \text{ (грн)}, \quad (4.9)$$

де ΔU – економія чисельності персоналу, осіб;

ε_3 – середня місячна заробітна плата персоналу, що обслуговує постове обладнання;

K_1 – коефіцієнт, який враховує відрахування на соціальні потреби, додаткову заробітну плату та премії (рекомендується прийняти $K_1 = 1,7 - 1,8$).

Показник P_{e3} враховується у розрахунках для будь-яких систем та пристроїв, для яких у відповідності до Інструкції з технічного обслуговування пристроїв СЦБ встановлені періодичність та строки згідно з графіком технологічного процесу обслуговування;

P_{e4} – економія експлуатаційних витрат за рахунок підвищення рівня безпеки руху (зниження втрат від браків у поїзній та маневровій роботі, аварій і катастроф) за рахунок скорочення помилок оперативно-диспетчерського персоналу. Враховується у будь-яких ергатичних (людино-машинних) системах, які мають робочі місця оперативного персоналу (АРМ), що побудовані, як правило, на базі ПЕОМ комерційного (офісного) або промислового виконання (МПЦ, ДЦ, ГАЦ, ДК, АБТЦМ).

Ця економія визначається таким чином:

$$P_{e4} = C_{\bar{b}p} \cdot \psi \cdot \sigma, \quad (4.10)$$

де $C_{\bar{b}p}$ – розмір втрат в експлуатаційній роботі від браків, аварій, катастроф за рік;

ψ – коефіцієнт, який враховує частку втрат від браків, що сталися з вини робітників господарства перевезень;

σ – коефіцієнт, який враховує частку втрат від браків, що сталися з вини оперативно-диспетчерського персоналу господарства перевезень.

Застосування МП пристроїв у системах ЗА на станціях і перегонах із організацією відповідних АРМ та програмно-технічних засобів ведення так званого «Журналу подій» додатково дозволяє реалізувати такі функції:

- розширення функціональних можливостей систем ЗА за рахунок виконання функцій контрольованих пунктів ДЦ;
- телевимірювання, діагностика;
- протоколювання та архівація;

- об'єднання зон керування декількох ДСП і скорочення штату чергових по станціях;
- автоматизація управління заданням маршрутів – авторежими;
- інтеграція функцій інших систем (сповіщення працюючих на коліях, очищення стрілок, керування компресорними станціями і т.д.);
- забезпечення ДСП нормативно–довідковими даними;
- ведення електронних журналів, перехід на безпаперову технологію документообігу.

Економія від скорочення втрат у поїзній роботі за рахунок підвищення оперативності усунення відмов технічних засобів P_{e5} визначається таким чином:

$$P_{e5} = e_{відм} \cdot \alpha_{відм}, \quad (4.11)$$

де $e_{відм}$ – додаткові витрати залізниці у зв'язку з погіршенням показників використання рухомого складу через відмови технічних засобів за рік, грн;

$\alpha_{відм}$ – коефіцієнт зниження даного виду втрат за рахунок підвищення оперативності усунення відмов технічних засобів.

Показник P_{e5} враховується у системах, які мають засоби діагностики і вбудованої самодіагностики із веденням бази даних стану системи та зовнішніх виконавчих пристроїв і веденням журналу подій у ПЕОМ робочого місця обслуговуючого персоналу (системи МПЦ, ДЦ, ДК, ГАЦ, АБ на базі МП, у тому числі із централізованим розміщенням апаратури);

P_{e6} – економія капітальних вкладень у будівництво спеціалізованих акумуляторних приміщень і здешевлення системи припливно–витяжної вентиляції. Враховуються у системах, які заміняють на посту централізації у ролі резервного (аварійного) живлення акумуляторну батарею, дизель-генератор при застосуванні акумуляторів, що не обслуговуються, та джерел безперебійного живлення;

P_{e7} – економія від скорочення затримок (зупинок) поїздів перед сигналами. Враховується у системах ІРРП на перегонах та при організації поїзної та маневрової роботи на станціях (МПЦ, АБ на базі МП, ДЦ). Зниження даного виду втрат можна визначити за формулою

$$P_{e7} = \sum NH_{np} \cdot e_{n2} \cdot \alpha_3 \cdot 365, \quad (4.12)$$

де $\sum NH_{np}$ – загальні поїздо-години простою поїздів перед сигналами в середньому за добу при відповідному виді тяги;

e_{n2} – вартість однієї поїздо-години при тепловозній або електричній тязі;

α_3 – коефіцієнт скорочення затримок (простоїв) поїздів перед закритими сигналами;

P_{e8} – економія від прискорення обігу вантажних вагонів за рахунок підвищення дільничної швидкості, визначається таким чином:

$$P_{e8} = U \cdot \Delta\theta \cdot e_{e-2} \cdot 365, \quad (4.13)$$

де U – робота вагонного парку в середньому за добу, ваг;

$\Delta\theta$ – прискорення обігу вагона, год;

e_{e-2} – витратна ставка 1 ваг.год, грн.

Показник P_{e8} враховується при впровадженні систем ІРРП на перегонах та організації поїзної та маневрової роботи на станціях (АБ на базі МП, МПЦ, ДЦ);

P_{e9} – економія від скорочення простою вантажних вагонів на станціях (враховується у станційних системах організації поїзної та маневрової роботи – МПЦ, ГАЦ, ДЦ), визначається так:

$$P_{e9} = (n_{mp}^{\bar{bn}} \cdot t_{mp}^{\bar{bn}} \cdot \beta_{mp.\bar{bn}} + n_{mp}^{nep} \cdot t_{nmm}^{nep} \cdot \beta_{mp.nep} + n_m \cdot t_m \cdot \beta_m) \cdot e_{e-2} \cdot 365, \quad (4.14)$$

де $n_{mp}^{\bar{b}n}$, n_{mp}^{nep} , n_m – середньодобова кількість вагонів, відповідно транзитних без переробки, транзитних з переробкою і місцевих;

$t_{mp}^{\bar{b}n}$, t_{mp}^{nep} , t_m – середньодобовий простій вагонів, відповідно транзитних без переробки, з переробкою і місцевих;

$\beta_{mp.\bar{b}n}$, $\beta_{mp.nep}$, β_m – коефіцієнти, що враховують скорочення простою вагонів, відповідно транзитних без переробки, з переробкою і місцевих;

P_{e10} – економія витрат на ремонті вантажних вагонів (враховується аналогічно P_{e8}), визначається таким чином:

$$P_{e10} = \sum \frac{nt}{24} \cdot \Pi_v \cdot Z_{pv}, \quad (4.15)$$

де $\sum nt$ – сумарне скорочення втрат у використанні вагонного парку за добу;

Π_v – середня ціна вантажного вагона;

Z_{pv} – середня величина витрат на ремонт одного вагона;

P_{e11} – економія витрат на ремонт локомотивів (враховується аналогічно P_{e8}), визначається так:

$$P_{e11} = \sum \frac{Mt}{24} \cdot \Pi_l \cdot Z_{pl}, \quad (4.16)$$

де $\sum Mt$ – сумарне скорочення втрат у використанні локомотивного парку за добу;

Π_l – середня ціна поїзного (магістрального) локомотива;

Z_{pl} – середня величина витрат на ремонт одного локомотива;

P_{e12} – економія за рахунок зниження паливно-енергетичних витрат, досягається за рахунок таких чинників:

- скорочення часу пробігу локомотива в голові поїздів у зв'язку зі зростанням дільничної швидкості;
- ліквідація затримок поїздів на стикових пунктах залізниць;
- скорочення числа затримок поїздів перед сигналами;
- скорочення часу простою локомотивів з увімкненими двигунами (дизелями) при скороченні їх непродуктивного простою в пунктах основного та оборотного депо.

Ця економія враховується у системах МПЦ, АБ, ДЦ, визначається таким чином:

$$P_{e12} = E_{n-e} \cdot \alpha_{n-e}, \quad (4.17)$$

де E_{n-e} – витрати залізниці на оплату палива і електроенергії;

α_{n-e} – коефіцієнт скорочення паливно-енергетичних витрат.

4.3. Визначення витрат на здійснення інноваційного проекту

Достовірна оцінка ефективності інноваційного проекту, безпомилковий вибір кращого варіанта розглянутих технічних та організаційних рішень в основному залежить від правильного обліку витрат на здійснення заходів з реалізації проекту.

При розрахунку інтегрального економічного ефекту сукупні витрати на реалізацію інноваційного проекту за розрахунковий період включають витрати у сфері розроблення і виробництва нової техніки, а також витрати у сфері її використання:

$$Z_T = Z_T^B + Z_T^I, \quad (4.18)$$

де Z_T – сукупні витрати на реалізацію проекту за розрахунковий період;

Z_T^B – витрати на розроблення і виробництво нової продукції за розрахунковий період;

Z_T^H – витрати при використанні нової продукції за розрахунковий період.

Витрати на розроблення і виробництво нової продукції, а також витрати при її використанні враховуються однаково підсумовуванням поточних та одноразових витрат з урахуванням зміни вартості грошей протягом розрахункового періоду за формулою

$$Z_T^{B(H)} = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} Z_t^{B(H)} \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (E_t + K_t - L_t) \cdot \alpha_t, \quad (4.19)$$

де $Z_T^{B(H)}$ – величина витрат у галузі виробництва або використання нової продукції за розрахунковий період;

$Z_t^{B(H)}$ – величина витрат у галузі виробництва або використання нової продукції у році t ;

E_t – поточні витрати при виробництві або використанні нових пристроїв без урахування амортизаційних відрахувань на реновацію в році t ;

K_t – одноразові витрати (витрати на науково-дослідні і проектно-конструкторські роботи, капітальні вкладення в основні фонди і т.п.) при виробництві чи використанні нової техніки в році t ;

L_t – залишкова вартість (ліквідаційне сальдо) основних фондів, що вибувають у році t .

Поточні витрати E_t в році t на утримання нових пристроїв складаються:

$$E_t = E_{zn} + E_{соц} + E_m + E_{ел} + E_{ін}, \quad (4.20)$$

де E_{zn} – витрати на зарплату персоналу, що обслуговує пристрої СЦБ;

$E_{соц}$ – витрати на соціальні потреби;

E_m – витрати на матеріали і запасні частини для ремонту та заміни елементів пристроїв;

$E_{ел}$ – витрати на електроенергію;

$E_{ін}$ – інші витрати.

Витрати на заробітну плату визначаються:

$$E_{зн} = (\Delta Ч_{тш} \cdot E_{зн.ср} \cdot K_{\delta}) \cdot 12, \quad (4.21)$$

де $\Delta Ч_{тш}$ – додатковий технічний штат, який обслуговує пристрої СЦБ;

$E_{зн.ср}$ – середньомісячна заробітна плата, грн;

K_{δ} – коефіцієнт, який враховує доплати, премії, винагороду за вислугу років (можна прийняти $K_{\delta} = 1,5$).

Витрати на соціальні потреби визначаються так:

$$E_{соц} = E_{зн} \cdot K_{соц}, \quad (4.22)$$

де $E_{зн}$ – річний фонд заробітної плати додаткового технічного штату;

$K_{соц}$ – коефіцієнт відрахування на соціальні потреби (можна прийняти $K_{соц} = 1,37$).

Витрати на електроенергію визначаються так:

$$E_{ел} = \sum \Omega \cdot T \cdot \lambda \cdot Ц_{кВт\cdot г}, \quad (4.23)$$

де Ω – потужність пристроїв, кВт·год;

T – час роботи пристроїв за рік,

λ – коефіцієнт завантаження пристроїв;

$Ц_{кВт\cdot г}$ – ціна однієї кіловат-години електроенергії, грн.

Інші витрати на розроблення технічної документації, випробування, відрядження визначаються так:

$$E_{ін} = 0,2 \cdot E_{зн} . \quad (4.24)$$

Поточні витрати E_t враховуються у будь-яких системах та пристроях ЗА на базі МП техніки.

До складу одноразових витрат \widehat{E}_t включають як капітальні вкладення в пристрої, так і інші витрати одноразового характеру, необхідні для створення і використання продукції.

До одноразових витрат належать:

- витрати на науково-дослідні, експериментальні, конструкторські, технологічні і проектні роботи;
- витрати на освоєння виробництва і доробку дослідних зразків продукції;
- витрати на придбання, доставку, монтаж, налагодження, освоєння, демонтаж пристроїв;
- витрати на будівництво, реконструкцію будівель і споруд, на необхідні виробничі площі й інші елементи основних фондів, пов'язаних зі здійсненням заходу.

Одноразові витрати K_t є суто індивідуальними і визначаються переліченими вище складовими та станом об'єкта автоматизації, на якому впроваджується нова система ЗА. Вони можуть бути враховані у відповідному кошторисі за результатами проведених проектно-вишукувальних робіт та моніторингу стану об'єкта автоматизації.

Важливим моментом у розрахунках одноразових витрат K_t є правильна оцінка залишкової вартості (ліквідаційного сальдо) основних фондів, що вибувають у процесі впровадження нової техніки.

Якщо створені впродовж проекту або раніше пристрої вивільняються в році t за непотрібністю або у зв'язку із завершенням проекту і можуть до кінця свого строку служби ще ефективно використовуватися в інших випадках, то їх

реалізаційна залишкова вартість L_t віднімається від суми витрат року t .

Якщо ж використовувані в ході проекту пристрої вивільняються в році t через непотрібність і ніде більше за своїм призначенням не можуть бути використані, то від витрат року t варто віднімати тільки величину ліквідаційного сальдо пристроїв. Можна вважати, що програмно-апаратні комплекси будь-яких систем ЗА відпрацьовують повний строк експлуатації і з урахуванням темпів розвитку обчислювальної техніки після закінчення життєвого циклу мають лише величину ліквідаційного сальдо (в році t через непотрібність вивільняються з експлуатації та утилізуються).

Ліквідаційне сальдо являє собою різницю між коштами, отриманими від ліквідації пристроїв, і коштами, витраченими на їхню ліквідацію (демонтаж, транспортування та ін.)

Сумарні одноразові витрати в році t розрахункового періоду визначаються так:

$$K_t = K_{\text{буд}} + K_{\text{отн}} + K_{\text{зв}} + K_{\text{лом}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{сз}}, \quad (4.25)$$

де $K_{\text{буд}}$ – вкладення коштів у будівельні роботи;

$K_{\text{отн}}$, $K_{\text{зв}}$, $K_{\text{лом}}$ – кошти відповідно на обчислювальну техніку та програмне забезпечення, на засоби і канали зв'язку, на локальні обчислювальні мережі;

$K_{\text{пр}}$ – кошти на науково-дослідні і проектні роботи;

$K_{\text{сз}}$ – кошти на соціальний захист робітників, що підлягають звільненню.

Ці витрати визначаються на основі об'єктно-орієнтованих проектів, діючими кошторисами, цінниками, а також за аналогами раніше здійснюваних проектів і мають місце у будь-яких системах ЗА на базі МП техніки.

Розрахунки кількісних значень показників результатів та витрат на обраний горизонт розрахунку (T років) доцільно виконати в табличній формі (за формою табл. 4.1), яка має наочну форму і дає можливість за наростаючим підсумком простежити ефективність від впровадження та викорис-

тання системи ЗА, наприклад, за обраний період її експлуатації (горизонт в T років), який у табл. 4.1 обраний у 10 років.

Таблиця 4.1

Розрахунок ефективності впровадження систем ЗА на горизонт 10 років

Показники	Роки						
	0	1	2	3	...	9	10
1. Економія експлуатаційних витрат, грн					...		
2. Разом надходження коштів, грн					...		
3. Інвестиції, грн					...		
4. Додаткові експлуатаційні витрати, грн					...		
5. Чистий потік коштів (п.1+п.2) – (п.3+п.4) (ЧПГК), грн					...		
6. Те саме наростаючим підсумком (ЧПГК), грн					...		
7. Коефіцієнт приведення α_t (дисконтування)					...		
8. Дисконтований чистий дохід (ЧДД), грн					...		
9. ЧДД наростаючим підсумком, грн					...		
Примітка. Річний норматив дисконту для розрахунку коефіцієнта приведення α_t у формулі (4.3) для рядка 7 таблиці може бути прийнятим $E=0,2$.							

За результатами розрахованих у табл. 4.1 потоків коштів визначаються нижченаведені показники.

1. Строк окупності інвестицій у проект, р.,

$$T_{ок} = t_1 + \frac{ЧПГК_{t_1} \cdot (t_2 - t_1)}{ЧПГК_{t_2} + |ЧПГК|_{t_1}} \quad (4.26)$$

2. Дисконтований строк окупності інвестицій, р.,

$$T_{окд} = t_1 + \frac{ЧДД_{t_1} \cdot (t_2 - t_1)}{ЧДД_{t_2} + |ЧДД|_{t_1}} \cdot \quad (4.27)$$

3. Внутрішня норма дохідності інвестицій:

$$\varepsilon = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (4.28)$$

де t_1 – останній рік, коли ЧПГК (ЧДД) мали негативне значення (ЧПГК t_1 , ЧДД t_1);

t_2 – перший рік, коли ЧПГК (ЧДД) мали позитивне значення (ЧПГК t_2 , ЧДД t_2).

Така форма оцінювання ефективності інвестиційних проектів дозволяє відповісти на питання, яке виникає серед замовників МП техніки, – а що робити зі старою МП технікою, що експлуатується, при такому бурхливому розвитку інформаційних технологій і коли буде принаймні економічно доцільною періодична модернізація складових систем на базі МП техніки. Адже релейна техніка має певний строк експлуатації, який є істотно більшим від МП техніки за рахунок більш консервативних у питанні модернізації елементів системи (реле, трансмітери, дроселі та трансформатори, елементи керування стрілками, елементи рейкових кіл, апарати керування і т.ін.). Строк використання цих елементів, як “дрібних” складових цілісних релейних систем, періодично подовжується за рахунок ремонту та регулювання параметрів складових релейних систем у РТД, за винятком елементів, що не відновлюються. Також здійснюється поточне планово-профілактичне обслуговування, регулювання, ремонт, заміна складових та елементів відповідно до графіка технологічного процесу ТО у складі експлуатованих релейних систем.

Показники табл. 4.1 враховують динаміку потоку коштів та ЧДД за всіма роками розрахункового періоду T . Це дає можливість наочно аналізувати отримуваний за роками розрахункового періоду (повного життєвого циклу) економічний ефект від впровадження систем ЗА на базі МП техніки.

5. Розрахунок економічної ефективності впровадження мікропроцесорної централізації стрілок і сигналів (МПЦ) на умовній залізничній станції

Основні вихідні дані, що використовуються впродовж проведення розрахунку економічної ефективності від впровадження на умовній станції системи МПЦ, наведені у дод. 1-9. Для конкретизації проведення розрахунку приймаються нижченаведені дані та умови.

1. Станція має 15 стрілок і розміщена на електрифікованій ділянці залізниці (згідно з довідковими даними, локомотивна тяга поділяється лише на автономну та електричну, рід тягового струму на довідкові кількісні економічні показники не впливає).

2. Можливі такі варіанти: перший – проектно-технічні рішення та програмно-апаратні складові, що закладаються у систему МПЦ, ніде до цього часу не використовувалися і впроваджуються вперше; другий – аналогічна система МПЦ на аналогічній програмно-апаратній базі, виконана тим же розробником, вже впроваджена хоч на одній станції і працює.

Для розрахунку ефективності впровадження МПЦ на умовній станції обирається другий варіант – аналогічна система вже десь працює, МПЦ для обраної станції – не перша. Вибір другого варіанта можна обґрунтувати таким чином: згідно з табл. 3.1, при повторному використанні програмно-технічних рішень МПЦ, визначенні вартісної оцінки результатів впровадження системи потрібно врахувати економію за рахунок набутого досвіду та практичного напрацювання, використання готових окремих технічних рішень та програмних модулів, що пройшли тестування, значне зменшення обсягу випробувань з апробованими програмно-технічними рішеннями. Це вплине на зменшення кошторису на розроблення та проектування системи МПЦ. У той же час перший варіант потребує лише арифметичної суми витрат згідно з кошторисом на проектування. Відповідно узагальнені показники ефективності впровадження вперше розроблюваної системи будуть

нижче, ніж повторне впровадження аналогічних програмно-апаратних складових МПЦ на інших станціях.

Високі показники ефективності від впровадження МПЦ на умовній станції, отримані у даному прикладі розрахунку, цим і пояснюються – капітальні вкладення за рахунок повторного використання апробованих рішень і техніки невисокі (будь-які офіційні статистичні дані по Україні розробникам методики не відомі, тому показники економії витрат на етапі проектування та розробляння повторних проектів прийняті шляхом експертного оцінювання вітчизняними фахівцями, причетними до розробляння систем ЗА на базі мікропроцесорної техніки), а економія експлуатаційних витрат (при відсутності власної статистики згідно з опублікованими статистичними даними щодо систем МПЦ залізниць РФ) достатньо висока.

3. Довідкові дані у пропорційності до кількості стрілок на станціях підраховані орієнтовно і відповідають кошторису на придбання програмно-технічного забезпечення, розробляння та проектування МПЦ для однієї із залізничних станцій Південної залізниці та залізничних станцій ММК ім. Ілліча.

4. Вважається, що програмно-технічні рішення, які використовуються в умовній станції для конкретизації розрахунку і формування вихідних даних, мають відповідні напрацювання, одержані у попередніх аналогічних проектах.

5.1. Визначення капітальних вкладень в проектування, технічне обладнання та попередні випробування пристроїв мікропроцесорної централізації для обраної умовної станції

Згідно з укрупненими показниками проектування, на одну централізовану стрілку (табл. Д.2.3):

$$K_{мпц} = \sum k \cdot n_{стр},$$

де $\sum k$ – питомі капітальні вкладення на одну централізовану стрілку, грн;

$n_{стр}$ – кількість стрілок на станції, шт. (у даному випадку–15 стрілок).

$$K_{мтц} = (44400 + 7400 + 700 + 5600 + 25900 + 1100) \cdot 15 = 1276500 \text{ грн.}$$

Таким чином, капітальні вкладення в проектування, технічне обладнання, прикладне ПЗ та попередні випробування пристроїв МПЦ для обраної умовної станції становлять 1276,5 тис. грн.

5.2. Визначення вартісної оцінки результатів впровадження мікропроцесорної централізації

Вартісна оцінка впровадження пристроїв МПЦ на умовній станції визначається за формулами (4.5), (4.6), (4.7). Тут і далі здійснюється безпосередня підстановка у всі розрахункові формули числових значень без їх аналітичного запису і без розкриття поіменного смислу складових формул. Маються на увазі формули з розд. 4, тому при ознайомленні з прикладом розрахунку і виникненні питань щодо складових використовуваних формул за поясненнями бажано звертатися до цього розділу.

Для розрахунку складових (4.5)–(4.7) приймаємо $\Delta T = 120$ год, $\Delta Ч = 1$ чол., $\varepsilon_3 = 9$ грн. Тоді економія за рахунок скорочення строків розроблення технічної документації становить

$$P_{н_1} = 9 \cdot 120 \cdot 2 = 2160 \text{ грн.}$$

$P_{н_2}$ – економія на випробуваннях стійкості апаратно-програмних складових МПЦ до впливу кліматичних та механічних чинників і електромагнітної сумісності (ЕМС) у разі використання в системі МПЦ технічних засобів, що успішно пройшли аналогічні випробування у попередніх проектах. Приймаємо приблизно 65-70 % економії від 150-175 тис. грн, допускаючи, що вартість випробувань не буде суттєво залежати від кількості стрілок для станцій певного

класу (повний комплекс випробувань згідно з табл. Д.2.3). У такому випадку:

$$P_{n2} = 0,7 \cdot 150000 = 105000 \text{ грн.}$$

Економія на попередньому придбанні ліцензійного системного ПЗ та систем автоматизації проектування (придбано раніше при роботах над першим проектом) та розробленні прикладних програмних модулів (при використанні бібліотеки користувача програмних модулів), що пройшли тестування та випробування P_{n3} , може скласти 70 – 75 % від первинної вартості робіт, яка складає 25,9 тис. грн на одну стрілку (табл. Д.2.3):

$$P_{n3} = 0,7 \cdot 25900 = 18130 \text{ грн.}$$

Таким чином,

$$P_n = P_{n1} + P_{n2} + P_{n3} = 2180 + 105000 + 18130 = 125310 \text{ грн.}$$

5.3. Етап експлуатації системи мікропроцесорної централізації

Економія експлуатаційних витрат та капітальних вкладень визначається за формулою (4.8), складові якої розраховуються нижче.

Економія витрат на службово-технічні приміщення:

$$P_{e1} = \Delta S \cdot C_{1m^2} = 1500 \cdot 105 = 157500 \text{ грн,}$$

де ΔS – економія площі службових приміщень, приймаємо для станції на 15 стрілок $\Delta S = 105 \text{ м}^2$ відповідно до кількості статурів на одну стрілку (дод. 1);

$$C_{1m^2} = 1500 \text{ грн} \text{ – вартість утримання } 1 \text{ м}^2 \text{ у цінах } 2007 \text{ р.}$$

Економія капітальних вкладень у будівництво нових будівель на станції приймається $P_{e2} = 150000 \text{ грн.}$

Економія заробітної плати P_{e_3} відповідно до зниження трудовитрат на ТО пристроїв ЕЦ визначається згідно з дод. 5. Економія трудовитрат складає 52,7 год на місяць, тоді на рік:

$$P_{e_3} = 9 \cdot 52,7 \cdot 1,75 \cdot 12 = 9960 \text{ грн.}$$

Згідно з формулою (4.10), приймаємо складові економії за рахунок скорочення помилок оперативно-диспетчерського персоналу такими: за статистикою $C_{\text{бр}} = 50 \div 100$ тис. грн (приймаємо 75 тис. грн), $\psi = 10\%$, $\sigma = 20\%$. Тоді економія експлуатаційних витрат за рахунок підвищення рівня безпеки руху (зниження витрат від браків у поїзній та маневровій роботі, аварій і катастроф) складає

$$P_{e_4} = 75000 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 1500 \text{ грн.}$$

За формулою (4.11) витрати $e_{\text{відм}}$ для умовної станції, що розглядається, приймаємо 10 тис. грн, коефіцієнт $\alpha_{\text{відм}} = 0,5$. Економія від скорочення витрат у поїзній роботі за рахунок підвищення оперативності усунення відмов технічних засобів складатиме:

$$P_{e_5} = 10000 \cdot 0,5 = 5000 \text{ грн.}$$

Економію капітальних вкладень у будівництво спеціалізованих акумуляторних приміщень і здешевлення системи припливно-витяжної вентиляції P_{e_6} приймаємо на рівні 30 тис. грн.

Економію від скорочення затримок (зупинок) поїздів перед закритими світлофорами P_{e_7} розраховуємо за формулою (4.12). Всього по залізницях України затримки поїздів біля світлофорів за 2006 р. склали 19552 затримки [5, с.29], (дод. 10), час затримок у середньому становить

4667,1 год. На одну станцію у середньому припадають затримки тривалістю 2,5 год. Вартість однієї поїздо-години e_{nz} при електричній тязі поїздів – 31,75 грн, коефіцієнт скорочення затримок перед сигналами $\alpha_3 = 0,7$.

Таким чином, економія P_{e_7} на рік складає

$$P_{e_7} = 2,5 \cdot 31,75 \cdot 0,7 \cdot 365 = 20280 \text{ грн.}$$

Річну економію від прискорення обігу вантажних вагонів за рахунок підвищення дільничної швидкості P_{e_8} розраховуємо за формулою (4.13), де за вихідні дані приймаємо, що робота у вагонах за добу на обраній станції складає 10 ваг, $\Delta\theta = 5$ год, $e_{e-2} = 1,947$ грн (у середньому по УЗ на 2006 р. згідно з Наказом Головного фінансово-економічного управління № ЦФ 13/547 від 16.04.2007 р., (дод. 8)). Фактичні показники роботи будь-якої станції є суто індивідуальними, від яких залежатимуть показники економії P_{e_8} (аналогічно P_{e_9} , що розраховується нижче)

$$P_{e_8} = 10 \cdot 5 \cdot 1,947 \cdot 365 = 35533 \text{ грн.}$$

Економію від скорочення простою вантажних вагонів на станції P_{e_9} розраховуємо за формулою (4.14), вибравши приблизно середньодобову кількість вагонів, їх середньодобовий простій та коефіцієнти (обирається 0,4 для всіх видів вагонів), що враховують скорочення простою вагонів, відповідно транзитних без переробки (для визначеності і можливості проведення розрахунків обирається 400 ваг із середньодобовим простоем 2,6 год), транзитних з переробкою (обирається 5 ваг із середньодобовим простоем 12,3 год) і місцевих (обирається 10 вагонів із середньодобовим простоем 37,8 год):

$$P_{e_9} = (400 \cdot 2,6 \cdot 0,4 + 5 \cdot 12,3 \cdot 0,4 + 10 \cdot 37,8 \cdot 0,4) \cdot 1,947 \cdot 365 = 420565,6 \text{ грн.}$$

Економію витрат на ремонт вантажних вагонів $P_{e_{10}}$ розраховуємо за формулою (4.15) (необхідні довідкові дані для розрахунку наведені у дод. 7):

$$Z_{pв} = \frac{25000}{200000} = 0,125 ,$$

$$P_{e_{10}} = \sum \frac{20}{24} \cdot 200000 \cdot 0,125 = 20833 \text{ грн.}$$

Економію витрат на ремонт локомотивів $P_{e_{11}}$ розраховуємо аналогічно за формулою (4.16):

$$Z_{пл} = \frac{150000}{3500000} = 0,043 ,$$

$$P_{e_{11}} = \sum \frac{12}{24} \cdot 3500000 \cdot 0,043 = 75000 \text{ грн.}$$

Економію за рахунок зниження паливно-енергетичних витрат $P_{e_{12}}$ за формулою (4.17) (у даному випадку на станції з електротягою та незначною маневровою роботою) не розраховано.

Загалом щорічна економія на етапі експлуатації відповідно до формули (4.8) з урахуванням складової економії за формулою (4.6) методики становить

$$P_m = P_n + \sum_{i=1}^{11} P_{ei} = 125310 + 157500 + 150000 + 9960 + 1500 + \\ + 5000 + 30000 + 20280 + 35533 + 420565,6 + 20833 + \\ + 75000 = 1051482 \text{ грн.}$$

5.4. Визначення річних поточних витрат

Витрати на зарплату персоналу E_{zn} розраховуємо за формулою (4.21), $E_{zn.sp}$ обирається відповідно до [6, с. 26-27] або дод. 9:

$$E_{zn} = 1 \cdot 1586 \cdot 1,5 \cdot 12 = 28548 \text{ грн.}$$

Витрати на соціальні потреби $E_{соц}$ у відповідності до дод. 7 розраховуємо за формулою (4.22):

$$E_{соц} = 28548 \cdot 0,37 = 10562 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію $E_{ел}$ розраховуємо за формулою (4.23)

$$E_{ел} = 10 \cdot 8760 \cdot 0,2462 = 21567 \text{ грн.}$$

Інші витрати (розроблення технічної документації, випробування, відрядження і т.ін.) $E_{ін}$ розраховуємо за формулою (4.24)

$$E_{ін} = 0,2 \cdot 28548 = 5710 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали, комплект ЗІП та його поновлення визначаються таким чином:

$$E_{mat} = 0,15 \cdot K_{мнц} = 0,15 \cdot 1276500 = 191475 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на поточне утримання програмно-технічного комплексу МПЦ визначаються

$$E_t = E_{zn} + E_{соц} + E_{ел} + E_{ін} + E_{mat} = 28548 + 10562 + 21567 + 5710 + 191475 = 257862 \text{ грн.}$$

За формою табл. 4.1 відповідні розрахунки, які проведено вище, заносимо у табл. 5.1. Обмежуємося горизонтом розрахунку ефективності впровадження МПЦ на 10 років, як строк, протягом якого можлива реальна експлуатація МПЦ без її масштабної модернізації.

Строк окупності інвестицій у проект розраховуємо за формулою (4.26) у відповідності до даних табл. 5.1:

$$T_{ок} = 4 + \frac{164280 \cdot (5 - 4)}{1441200 + 164280} = 4,1 \text{ pp.}$$

Дисконтований строк окупності інвестицій визначається за формулою (4.27) у відповідності до даних табл. 5.1:

$$T_{окд} = 4 + \frac{588645 \cdot (5 - 4)}{4303400 + 588645} = 4,12 \text{ pp.}$$

Внутрішня норма дохідності інвестицій визначається за формулою (4.28) і становитиме

$$\mathcal{E} = \frac{1}{4.1} = 0,244 .$$

Таблиця 5.1

Розрахунок ефективності впровадження системи МПЦ на горизонт 10 років для умовної залізничної станції на 15 централізованих стрілок

№з/п	Показник та одиниці виміру	Роки										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Економія капітальних вкладень, тис. грн	157,50	150,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Економія експлуатаційних витрат, тис. грн	-	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48
3	Разом надходження коштів, тис. грн	157,50	1051,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48	901,48
4	Інвестиції, тис. грн	1276,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Додаткові (поточні) експлуатаційні витрати, тис. грн	-	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86	257,86
6	Чистий потік коштів, тис.грн	-1119,00	-325,38	318,24	961,86	1605,48	2249,10	2892,72	3536,34	4179,96	4823,58	5467,20
7	Те саме наростаючим підсумком (ЧПГК), тис. грн	-1119,00	-1444,38	-1126,14	-164,28	1441,20	3690,30	6583,02	10119,36	14299,32	19122,90	24590,10
8	Коефіцієнт приведення	6,19	5,16	4,30	3,58	2,99	2,49	2,07	1,73	1,44	1,20	1,00
9	Дисконтований чистий дохід (ЧДД), тис. грн	-6928,55	-7452,68	-4842,20	-588,64	4303,40	9182,65	13650,55	17486,25	20591,02	22947,48	24590,10
10	Те саме наростаючим підсумком, тис. грн	-6928,55	-14381,24	-19223,43	-19812,08	-15508,68	-6326,03	7324,52	24810,77	45401,80	68349,28	92939,38

6. Розрахунок економічного ефекту від застосування пристроїв огороження переїздів¹

Застосування технічних засобів огорожування переїздів спрямоване на підвищення безпеки руху в місцях перехрещення залізниць із автомобільними дорогами в одному рівні та зменшення зайвих простоїв автотранспорту.

У даному випадку економічний ефект розраховується для переїзду, оснащеного автоматичними огорожувальними пристроями в порівнянні з цим же переїздом, коли він автоматичними огорожувальними пристроями не обладнаний.

Розглядаються варіанти технічних засобів огорожування переїздів, які поширені на залізницях України:

- автоматична переїзна сигналізація (АПС);
- автоматична переїзна сигналізація з однією парою автошлагбаумів (АПС+АПШ1);
- автоматична переїзна сигналізація з двома парами автошлагбаумів (АПС+АПШ1+АПШ2).

Економічний ефект від застосування пристроїв огорожування переїздів за розрахунковий період T визначається за канонічною формулою [1]

$$E_T = R_T - Z_T, \quad (6.1)$$

де R_T - вартісна оцінка результатів застосування;

Z_T - витрати на застосування пристроїв огорожування переїздів.

Вартісна оцінка результатів застосування пристроїв огорожування переїздів за розрахунковий період T , з урахуванням різночасності їхнього одержання за роками, визначається як

$$R_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} R_t \cdot \frac{1}{\alpha_t}, \quad (6.2)$$

¹ Свідоцтво Державного департаменту інтелектуальної власності про державну реєстрацію авторського права на твір №31289 від 08.12. 2009 р.

де R_t – річні результати за кожний рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт дисконтування (приведення), що приводить витрати та результати до розрахункового року

$$Z_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} Z_t \cdot \frac{1}{\alpha_t}, \quad (6.3)$$

де Z_T – річні витрати за кожний рік розрахункового періоду.

Розрахунковий період T у даному випадку обирається 10 років.

6.1. Ефектоутворюючі складові та розрахунок результату впровадження пристроїв огородження переїздів

При розрахунку економічного ефекту від застосування пристроїв огородження переїздів вираз (6.2) набуває вигляду [2]:

$$R_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} \frac{1}{\alpha_t} (I \cdot \Pi_{ДТП} \cdot \Delta P_{ДТП} + \Delta \Pi \cdot (C_{\Pi} + C_{\Gamma}) + Q_Z) \cdot 365. \quad (6.4)$$

З формули (6.4) видно, що результат формується за рахунок трьох складових.

1. Результат за рахунок зміни витрат на дорожньо-транспортні події (ДТП):

$$I \cdot \Pi_{ДТП} \cdot \Delta P_{ДТП}, \quad (6.5)$$

де I – інтенсивність руху транспорту ($I = \lambda_A \cdot \lambda_3$);

λ_3 – інтенсивність руху залізничного транспорту, потяг/доб (задається);

λ_A – інтенсивність руху автомобільного транспорту, авто/доб (задається);

$P_{ДТП}$ – середнє значення вартісного еквівалента однієї ДТП (середньостатистичне значення $P_{ДТП} = 40$ тис. грн) має вигляд

$$P_{ДТП} = P_{ЗТ} + P_{АТ} + P_{ІУ} + P_{ВАНТ} + P_{ІР} + P_{ЛДТП} + P_{СО} + P_{ЗВ}, \quad (6.6)$$

де $P_{ЗТ}, P_{АТ}$ – втрати від пошкодження відповідно залізничного рухомого складу й автодорожнього транспорту, грн;

$P_{ІУ}$ – втрати від пошкодження інженерного устаткування на переїзді й поблизу нього, грн;

$P_{ВАНТ}$ – втрати вантажів, пошкоджених у результаті аварії, грн;

$P_{ІР}$ – втрати від перерви в русі транспорту й витрат на відбудовні роботи, грн;

$P_{ЛДТП}$ – втрати від залучення людей у ДТП, грн;

$P_{СО}$ – витрати на ревізорів, міліцію й судові органи, грн;

$P_{ЗВ}$ – витрати залізниці внаслідок затримки вантажу;

$\Delta P_{ДТП}$ – зміна ймовірності ДТП за рахунок обладнання переїзду технічними пристроями залізничної автоматики (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Зміна статистичних ймовірностей ДТП

Ймовірність виникнення ДТП	Оснащеність переїзду пристроями огороження			
	Пристрої огороження відсутні	АПС	АПС+АПШ1	АПС+АПШ1+АПШ2
$P_{ДТП}^{Ак}$ (ДТП/потяг·авто)	$13,257 \cdot 10^{-10}$	$2,605 \cdot 10^{-10}$	$0,866 \cdot 10^{-10}$	$0,786 \cdot 10^{-10}$
ΔP (ДТП/потяг·авто)		$10,66 \cdot 10^{-10}$	$12,39 \cdot 10^{-10}$	$12,47 \cdot 10^{-10}$

2. Результат за рахунок зміни витрат на простої автотранспорту:

$$\Delta C_{ІР} = \Delta P \cdot (C_{П} + C_{Г}), \quad (6.7)$$

де $\Delta\Pi$ – зміни сумарних добових простоїв автотранспорту на переїзді при обладнанні останнього пристроями залізничної автоматики, год (табл. 6.2, 6.3);

C_{Π} – вартість однієї години простою наведеного автотранспортного засобу ($C_{\Pi} = 14,43$ грн/доб);

$C_{Г}$ – вартість витрат на пальне протягом однієї години простою наведеного автотранспортного засобу ($C_{Г} = 9,31$ грн/доб).

Таблиця 6.2

Зміни добових сумарних простоїв автотранспорту при АПС, год

Інтенсивність руху автомобілів	Інтенсивність руху поїздів					
	10	25	50	75	100	125
1000	1,64	1,61	1,55	1,49	1,44	1,38
2000	3,28	3,22	3,10	2,98	2,87	2,76
3000	4,93	4,83	4,65	4,48	4,31	4,13
6000	9,86	9,65	9,31	8,79	8,61	8,26
9000	14,79	14,48	13,96	13,43	12,92	12,40
12000	19,72	19,31	18,95	17,92	17,22	16,53

Таблиця 6.3

Зміни добових сумарних простоїв автотранспорту при АПС+АПШ1, АПС+АПШ1+АПШ2, год

Інтенсивність руху автомобілів	Інтенсивність руху поїздів					
	10	25	50	75	100	125
1000	1,67	1,64	1,58	1,53	1,48	1,43
2000	3,35	3,28	3,19	3,08	2,96	2,87
3000	5,02	4,97	4,79	4,59	4,48	4,29
6000	10,06	9,94	9,58	9,32	8,96	8,59
9000	15,23	14,48	14,37	13,98	13,43	12,89
12000	20,31	16,41	19,35	18,63	17,91	17,18

3. Результат в інших галузях народного господарства

Q_z – визначається у відсотках від сумарного результату за першими трьома складовими (приймається 7%).

6.2. Розрахунок витрат на обладнання переїзду засобами автоматки

Витрати на пристрої огорожування переїздів визначаються таким чином:

$$Z_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} \frac{1}{\alpha_t} \cdot (K_t + E_{tt}), \quad (6.8)$$

де K_t – одноразові витрати;

E_t – поточні експлуатаційні витрати на обслуговування пристроїв огорожування переїздів.

Одноразові витрати K_t визначаються вартістю обладнання, розроблення робочої та експлуатаційної документації, вартістю комплексу робіт з введення пристроїв огорожування для заданого переїзду в експлуатацію.

Поточні експлуатаційні витрати Z_E враховують такі економічні елементи:

- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні заходи;
- матеріали;
- паливо;
- електроенергія;
- амортизація;
- інші витрати.

6.3. Розрахунок економічного ефекту за розрахунковий період

Визначимо економічний ефект за розрахунковий період оснащення переїзду «П» пристроями АПС відповідно до формули

$$E_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} \frac{1}{\alpha_t} \cdot [(I \cdot \Pi_{ДТП} \cdot \Delta P_{ДТП} + \Delta \Pi \cdot (C_{II} + C_{Г}) + Q_z) \cdot 365 - (Z_K + Z_E)] . \quad (6.9)$$

Вихідні дані для розрахунку:

λ_3 – добова інтенсивність руху поїздів (наприклад, складає 50 потяг/доб);

λ_A – добова інтенсивність руху автотранспортних засобів (складає, наприклад, 1000 авто/доб);

T – розрахунковий період 10 років;

$I = 50 \cdot 1000 = 50000$ (потяг-авто/доб);

$\Pi_{ДТП} = 40000$ грн;

$\Delta P = 10,66 \cdot 10^{-10}$ (ДТП/потяг-авто);

$\Delta \Pi = 1,55$ год/доб;

$C_{II} = 14,43$ грн/год, $C_{Г} = 9,31$ грн/год;

$Z_K = 70000$ грн, $Z_E = 3200$ грн.

Розрахунки кількісних значень показників результатів та витрат на обраний горизонт розрахунку ($T = 10$ років) виконано в табличній формі (табл. 6.4) у відповідності до форми табл. 4.1. Економічний ефект за розрахунковий період від застосування АПС склав 17 тис. 932 грн. Одноразові витрати окупаються на восьмому році експлуатації пристроїв, виходячи з виразу

$$\sum_1^{tp} K_t \alpha_t \leq \sum_1^{tp} (P_t - E_t) \alpha_t . \quad (6.10)$$

Бібліографічний список

1. Концепція комплексної Програми розвитку залізничного транспорту України на 2007-2020 рр. (Проект 3).
2. Экономическая эффективность внедрения микропроцессорных систем // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 6. – С.51-52.
3. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта / В.А. Гапанович, А.А. Грачев; Под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.
4. Довідник основних показників роботи залізниць України (1996-2006 роки) / О.В. Юрченко, Н.В. Гринь, О.В. Курганська та ін.; Під кер. Н.В. Котіль. – К., 2007. – 44 с.
5. Наказ „Про вдосконалення організації заробітної плати і введення нових тарифних ставок і посадових окладів працівників залізничного транспорту” / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К., 2006. – 120 с.
6. Системи зв'язку залізничного транспорту, розвиток та ефективність: Монографія / Є.М. Сич, В.М. Кислий. – К.: Логос, 2007. – 572 с.
7. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті: Навч. посібник / В.М. Самсонкін, А.Б. Бойнік, О.Й. Соколов. – К.: КУЕТТ, 2005. – 180 с.
8. Нормативні акти з безпеки руху поїздів / Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління безпеки руху та екології. – К.: Транспорт України, 2004. – 223 с.
9. Сороко В.И., Кайнов В.М. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: В 3 кн. – М.:НПФ "ПЛАНЕТА", 2003. – Кн. 3. – 1120 с.
10. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов: Учеб. для вузов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.
11. Бойник А.Б., Кошевой С.В., Панченко С.В., Сотник В.А. Системы интервального регулирования

движения поездов на перегонах: Учеб. пособие. – Харьков: УкрГАЖТ, 2005. – 205 с.

12. Беренс В., Хавранск П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 528 с.

13. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: Навч. посібник / Є.І. Балака, О.І. Зоріна та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.

14. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ МПС. – М.: Транспорт, 1991. – 239 с.

15. Тройникова Е.Н. Экономический критерий выбора технических средств безопасности в местах пересечения транспортных потоков. – К.: Центр учебной литературы, 2006. – 120 с.

16. Кошевий С.В., Кошевий М.С., Бабаєв М.М. Електромагнітне середовище вздовж дільниці залізниці і його вплив на роботу автоматичної локомотивної сигналізації // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 4 (72).– С. 13-18.

Додаток 1

Кількість реле на одну централізовану стрілку у системах ЕЦ, побудованих на різній елементній базі

1. Релейні системи	
1.1. ЕЦ з маршрутним замиканням (центральні залежності та місцеве живлення)	24 реле на 1 стрілку
1.2. УЕЦ	36 реле на 1 стрілку
1.3. МРЦ (для малих станцій)	46 реле на 1 стрілку
1.4. БМРЦ (для середніх і великих станцій)	48 реле на 1 стрілку
1.5. УЕЦ – КБЦШ (уніфікована система)	64 реле на 1 стрілку
1.6. ЕЦІ (для великих станцій)	88 реле на 1 стрілку
1.7. ЕЦ–12 – 90 (для станцій до 20 стрілок)	128 реле на 1 стрілку
2. Релейно – процесорні системи (РПЦ)	
2.1. РПЦ з виконавчою групою ЕЦ–12 – 90	85 реле на 1 стрілку
2.2. РПЦ з виконавчою групою БМРЦ – БН	50 реле на 1 стрілку
2.3 РПЦ ЕЦ – МПК–У	36 реле на 1 стрілку
3. Мікропроцесорні системи ЕЦ (МПЦ)	
3.1. ЕЦ – ЕМ	30 реле на 1 стрілку
3.2. Еbilok – 950	19 реле на 1 стрілку
4. Норматив проектування – „кількість стативів на 1 стрілку”	
4.1. Релейна система ЕЦ–12 – 90	1,5 стативів на 1 стрілку
4.2. РПЦ ЕЦ– МПК–У	0,6 статива на 1 стрілку
4.3. Середня вартість одного реле I класу надійності – 600-650 грн	

Додаток 2

Узагальнені показники вартості систем ЕЦ на різній елементній базі

Таблиця Д.2.1

РПЦ стрілок і сигналів для залізничної станції на 23 централізовані стрілки

Показник	Вартість, тис. грн	На одну стрілку, тис. грн
<i>Проектні роботи</i>	114	5,0
Розроблення ПО (використання купованих ліцензійних засобів САПР, SCADA-систем)	350	15,2
Випробування, доказ функціональної безпеки та сертифікація системи	100	4,3
Будівельно-монтажні роботи	45,7	2,0
Обладнання (МП техніка)	485	21,1
Контейнер для розміщення постового обладнання	560	24,3
Всього	1654,7	71,9

Таблиця Д.2.2

РПЦ стрілок і сигналів для залізничної станції на 92 централізовані стрілки (з перспективою централізації 180 стрілок)

Показник	На 92 стрілки		На 180 стрілок	
	Вартість, тис. грн	На одну стрілку, тис. грн	Вартість, тис. грн	На одну стрілку, тис. грн
1	2	3	4	5
<i>Проектні роботи</i>	600	6,5		
Розроблення ПО (використання купованих ліцензійних засобів САПР, SCADA-систем)	400	4,3		
Випробування та сертифікація	250	2,7		
Будівельно-монтажні роботи	533,4	5,8	2261	12,6

Продовження табл. Д.2.2

1	2	3	4	5
Обладнання релейної виконавчої групи	5286,2	57,5		
Обладнання (АРМи, МП техніка)	2000	21,7	8306,9	46,1
Всього	9069,6	98,6		

Таблиця Д.2.3

Повнофункціональна МПЦ для залізничної станції
на 27 стрілок

Показник	Вартість, тис. грн	На одну стрілку, тис. грн
<i>Проектні роботи</i>	30	1,1
Розроблення ПО (використання купованих ліцензійних засобів САПР, SCADA-систем)	700	25,9
Випробування, доказ функціональної безпеки та сертифікація	150	5,6
Пуско-налагоджувальні роботи на посту ЕЦ	20	0,7
Обладнання верхнього рівня (АРМи, сервери, обладнання локальної мережі)	200	7,4
Обладнання нижнього рівня (двоканальна система з МПК у електротехнічній шафі)	1200	44,4
Всього	2300	85,2

Таблиця Д.2.4

Релейні системи ЕЦ

Вартість введення в експлуатацію "під ключ" релейних систем ЕЦ – 26-28 тис. USD (до 30 тис. USD в залежності від обсягу робіт, які пов'язані із будівлею посту ЕЦ)	
Розподіл витрат між постом ЕЦ та підлоговим і колійним обладнанням	
45-50 % – пост ЕЦ	12,6-14 тис. USD
55-50% – "поле" (колійний розвиток станції)	14 - 15,4 тис. USD

Додаток 3

Таблиця Д.3.1

Орієнтовна вартість впровадження гіркової автоматичної централізації на базі мікропроцесорної техніки на етапах розроблювання, проектування, монтажних робіт та дослідної експлуатації на об'єкті автоматизації

№ з/п	ГАЦ на базі МП техніки	Вартість, тис. грн
1	Вартість обладнання	200,0
3	Розроблювання робочої документації	250,0
4	Розроблювання експлуатаційної документації	
5	Розроблювання і тестування прикладного програмного забезпечення	
6	Виготовлення програмно-технічного комплексу (ПТК), пуско-налагоджувальні роботи на виробничій базі виконавця	50,0
7	Автономні комплексні випробування ПТК у виконавця	50,0
8	Сертифікаційні випробування в незалежному акредитованому випробувально-сертифікаційному центрі	150,0
9	Навчання обслуговуючого персоналу	8,0
10	Монтажні роботи з урахуванням кабельних мереж та колійного обладнання СЦБ (без уповільнювачів), проведення попередніх випробувань і введення ГАЦ у дослідну експлуатацію на об'єкті автоматизації (сортувальній гірці)	450,0
11	Супроводження дослідної експлуатації ГАЦ	15,0
12	Проведення приймально-здавальних випробувань і підготовка ГАЦ до введення у постійну експлуатацію	10,0
13	Всього без ПДВ	1183,0
14	ПДВ – 20 %	236,6
15	Загальна вартість введення ГАЦ в постійну експлуатацію (з ПДВ)	1419,6

Таблиця Д.3.2

Ефектоутворюючі складові від впровадження повнофункціональних автоматизованих систем керування сортувальними станціями (КСАУ СС) лінійного рівня на базі МП техніки на етапі експлуатації (статистичні дані – ефект, що очікується)

Показник	Значення
1	2
<i>1. Вивільнення вагонного парку за рахунок:</i>	
1.1. Зменшення простою транзитного вагона з переробкою	На 1 год
1.2. Зменшення простою транзитного вагона без переробки	На 0,2 год
1.3. Зменшення простою місцевого вагона, який припадає на одну вантажну операцію	На 3 год
1.4. Прискорення розвезення та передачі місцевого вантажу (прискорення обертання місцевого вагона)	На 7,2 год
<i>2. Вивільнення парку поїзних локомотивів за рахунок</i>	
2.1. Покращення планування поїзної роботи (скорочення парку, що експлуатується)	На 4 %
2.2. Покращення взаємодії станцій та дільниць і зменшення затримок поїздів через неприйняття станціями (скорочення парку, що експлуатується)	На 2 %
3. Зменшення коефіцієнта порожнього пробігу вагона за рахунок покращання планування забезпечення навантаження на лінійному рівні керування та підвищення коефіцієнта здвоєних операцій	На 2 %
4. Вивільнення парку маневрових локомотивів за рахунок покращання планування їх роботи та розширення зон обслуговування	На 5 %
5. Скорочення гіркового інтервалу, у тому числі за рахунок	На 30-40%
5.1. Підвищення швидкості розпуску	На 15-20%
5.2. Підвищення складової паралельного розпуску, підтягування, попутного насунання (вслід)	У два рази
5.3. Скорочення інтервалів між розпусками	На 50-60%
5.4. Скорочення зупинок розпуску з причини нерозчеплення, повторних зчеплень, малих інтервалів	В 1,5-2 рази
5.5. Скорочення запусків	В 2 рази

Продовження табл. Д.3.2

1	2
<i>6. Скорочення обсягу маневрової роботи в парках станції, у тому числі за рахунок</i>	На 30-40%
6.1. Покращення заповнення колій сортувального парку	
6.2. Скорочення розпусків від помилок вигальмування	
6.3. Скорочення кількості осаджувань	
6.4. Прискорення розпуску відчепів	
<i>7. Енерго- та ресурсозбереження шляхом</i>	
7.1. Скорочення енерговитрат на вигальмування	На 30-40%
7.2. Підвищення збереженості вагонів, вантажів, уповільнювачів	
7.3. Скорочення витрат дизельного пального	На 10-15%
<i>8. Підвищення продуктивності праці шляхом</i>	
8.1. Скорочення операторів резервних постів керування	3 зміни - 12-14 осіб
8.2. Скорочення гальмівної позиції і операторів	1 зміна – 4 особи
8.3. Скорочення накопичувача	1 зміна – 4 особи
8.4. Скорочення трудомісткості обслуговування колій: кількості рейкових кіл на спускній частині гірки	В 3 рази
8.5. Перехід до обслуговування від регламентного принципу до ремонтно-відновлювального за сповіщенням засобів діагностування	
<i>9. Підготовка умов для автоматизації функцій планування та керування роботою станції за рахунок</i>	
9.1. Моніторингу рухомих одиниць на коліях та парках станції	
9.2. Контролю технології обробки рухомого складу	
9.3. Підготовки вихідних даних для побудови графіка виконаної роботи	
9.4. Використання безпаперових та малолюдних технологій	
<i>10. Покращення показників роботи станції, в тому числі</i>	
10.1. Скорочення простою вагонів з переробкою	На 0,5-1 год
10.2. Підвищення пропускної здатності станцій (в залежності від існуючого завантаження)	На 20-60%

Продовження табл. Д.3.2

1	2
<i>11. Оптимізація організації поїзної роботи</i>	
11.1. Надання персоналу станції інформації про рухомий склад, його дислокацію на станціях та підходах до них на основі реєстрації в базі даних АСУ СТ основних операцій з поїздами на станціях, у тому числі	
<i>12. Оптимізація організації поїзної роботи:</i>	
12.1. Надання персоналу станції інформації про рухомий склад, його дислокацію на станціях та підходах до них на основі реєстрації в базі даних АСУ СТ основних операцій з поїздами на станціях, у тому числі:	
12.1.1. Прибуття поїздів на станції	
12.1.2. Розформування поїздів	
12.1.3. Причеплення/відчеплення вагонів	
12.1.4. Готовність до відправлення	
12.1.5. Відправлення поїздів зі станції	
12.1.6. Прослідкування поїздів по станціях без зупинок	
12.1.7. Залишання поїздів	
12.1.8. Зміни індексів поїздів	
12.1.9. Об'єднання, з'єднання, роз'єднання поїздів	
12.2. Ведення електронного журналу руху поїздів і локомотивів по станціях	
12.3. Підготовка технологічних документів на поїзд, який прибуває (розміченого натурального листа, довідки про вагони з вантажами, що підлягають охороні, довідки про вагони, які прибули під розвантаження)	

Додаток 4

Вартість зразка автоматної переїзної сигналізації на базі МП на етапі розроблення, проектування і монтажних робіт на виробничій базі розробника і дослідна експлуатація на об'єкті автоматизації

№ з/п	Найменування складових витрат	Вартість, тис. грн
1	Вартість обладнання (двоканальна структура МПК)	40,0
2	Вартість ЗІП	17,5
3	Розроблення робочої документації	28,5
4	Розроблення експлуатаційної документації	8,0
5	Розроблення і тестування програмного забезпечення	38,5
6	Виготовлення ПТК, пуско-налагоджувальні роботи	15,5
7	Автономні комплексні випробування АПС на виробничій базі виконавця	29,5
8	Сертифікаційні випробування в незалежному акредитованому ВСЦ	30,0
9	Навчання обслуговуючого персоналу	7,5
10	Проведення попередніх випробувань та введення АПС в дослідну експлуатацію	15,0
11	Супроводження виконавцем дослідної експлуатації	8,5
12	Проведення приймально-здавальних випробувань і підготовка введення АПС в постійну експлуатацію	9
Всього без ПДВ		247,5
ПДВ (20%)		49,5
Загальна вартість введення АПС в експлуатацію (з ПДВ)		297,0

Додаток 7

Окремі довідкові вихідні дані, що використовуються в розрахунку економічної ефективності (Південна залізниця, ціни 2007 р.)

1. Собівартість 10 ткм привед:

2005 р. – 70,49 к.;
2006 р. – 88,33 к.;
2007 р. – 91,99 к.

2. Ціна 1 кВт·год електроенергії:

2005 р. – 20,53 к.;
2006 р. – 24,62 к.;
2007 р. – 28,57 к.

3. Ціна 1 т умов.палив:

2005 р. – 2044,2 грн;
2006 р. – 2461,7 грн;
2007 р. – 2562,3 грн.

4. Ціна на рухомий склад, усереднена з урахуванням дооцінки.

4.1. Локомотиви:

– ТЧ Харків–Сортувальний	ЧМЕ-3	– 3716365 грн;
– ТЧ ст. Основа	2ТЕ-116	– 5379427 грн;
	ТЕП-70	– 3169428 грн;
– ТЧ «Жовтень»	ЧС-7	– 6900000 грн;
	ЧС-2	– 3450000 грн.

4.2. Вагони:

– піввагони	– 179000 грн;
– криті вагони	– 252000 грн;
– цистерни	– 211000 грн;
– платформи	– 232000 грн;
– інші (вагони–хопери, окатишовози, цементовоз й т.п.)	– 200000 грн.

5. Середня норма відрахувань на соціальні заходи – 37,51 %.

Додаток 8

Таблиця Д.8.1

Укрупнена загальна витратна ставка однієї вагоно-години в русі, з урахуванням усіх витрат (в русі та простої), в середньому по Укрзалізниці за 2007 р. складає 2,432 грн, у т.ч. по залізницях

Донецька	2,254 грн
Придніпровська	2,410 грн
Південна	2,056 грн
Південно-Західна	3,453 грн
Одеська	2,351 грн
Львівська	2,510 грн

Таблиця Д.8.2
перевезеннях,

Витратні ставки по пасажирських розраховані за звітними даними 2008 р.

Витратна ставка	Вартість, грн
1	2
<i>Одиничні витратні ставки</i>	
1 вагоно-кілометр по всіх видах тяги	0,82
1 вагоно-година	15,04
1 вагоно-година у русі	74,14
1 електровозо-кілометр	3,80
1 тепловозо-кілометр	5,05
1 електровозо-година	46,02
1 тепловозо-година	26,30
1 бригадо-година при електровозній тязі	137,71
1 бригадо-година при тепловозній тязі	132,98
1 вагоно-кілометр електропоїздів	1,05
1 вагоно-кілометр дизель-поїздів	1,95
1 вагоно-кілометр електропоїздів	45,03
1 вагоно-година дизель-поїздів	47,68
1 бригадо-година електропоїздів	122,03
1 бригадо-година дизель-поїздів	121,08
1 перевезений пасажир по ПКО	0,99
1000 тонно-кілометрів бруто по всіх видах тяги	5,36
1 кілометр станційної інфраструктури протягом години	0,92

Продовження табл. Д.8.2

1	2
1 кілометр інфраструктури на перегоні протягом години	1,90
<i>Укрупнені витратні ставки</i>	
1 поїздо-кілометр при електровозній тязі	46,83
1 поїздо-кілометр при тепловозній тязі	56,99
1 поїздо-кілометр електропоїздів	58,20
1 поїздо-кілометр дизель-поїздів	54,22
1 поїздо-година електровозної тяги в русі	2598,95
1 поїздо-година тепловозної тяги в русі	2316,28
1 поїздо-година простою при електровозній тязі на перегоні	1409,10
1 поїздо-година простою при електровозній тязі на станції	1408,81
1 поїздо-година простою при тепловозній тязі на перегоні	996,04
1 поїздо-година простою при тепловозній тязі на станції	1054,69
1 поїздо-година електропоїздів у русі	1368,66
1 поїздо-година дизель-поїздів у русі	1303,81
Локомотиво-кілометр одиничного прямування електровоза	8,82
Локомотиво-кілометр одиничного прямування тепловоза	14,57
Витрати на зупинку поїзда при електровозній тязі	57,41
Витрати на зупинку поїзда при тепловозній тязі	86,09
Витрати на зупинку електропоїзда	12,33
Витрати на зупинку дизель-поїзда	23,17

Таблиця Д.8.3

Витратні ставки по вантажних перевезеннях, розраховані за звітними даними 2008 р.

Витратна ставка	Вартість, грн
1	2
<i>Одиничні витратні ставки</i>	
1 вагоно-кілометр загального пробігу	0,27
1 вагоно-година	0,74
1 електровозо-кілометр	7,33
1 тепловозо-кілометр	9,26
1 електровозо-година	39,94
1 тепловозо-година	43,13
1 бригадо-година в електровозній тязі	147,91
1 бригадо-година у тепловозній тязі	163,57
1 маневрова година тепловозної тяги у вантажному русі	206,52
1 маневрова година електровозної тяги у вантажному русі	128,09
1000 тонно-кілометрів брутто по всіх видах тяги	12,65
1 кілометр станційної інфраструктури протягом години	24,89
1 кілометр інфраструктури на перегоні протягом години	21,94
1 відправлена (навантажена) тонна	1,37
<i>Укрупнені витратні ставки</i>	
1 поїздо-кілометр при електровозній тязі	85,02
1 поїздо-кілометр при тепловозній тязі	130,82
1 поїздо-година простою при електровозній тязі на станції	291,45
1 поїздо-година простою при електровозній тязі на перегоні	289,06
1 поїздо-година простою при тепловозній тязі на станції	329,36
1 поїздо-година простою при тепловозній тязі на перегоні	327,15
1 поїздо-година руху при електровозній тязі	3670,80
1 поїздо-година руху при тепловозній тязі	4801,02
1 локомотиво-кілометр одиничного прямування електровоза	15,50

Продовження табл. Д.8.3

1	2
1 локомотиво-кілометр одиничного прямування тепловоза	23,90
1 година простою магістрального електровоза з бригадою	231,40
1 година простою магістрального тепловоза з бригадою	274,00
1 година простою електровоза без бригади	41,18
1 година простою тепловоза без бригади	44,38
Витрати на 1 вагоно-годину простою в поїзді:	
• при електровозній тязі	10,50
• при тепловозній тязі	30,82
1 вагоно-година в русі:	
• при електровозній тязі	66,62
• при тепловозній тязі	93,45
1000 вагоно-кілометрів порожнього пробігу при електровозній тязі	912,09
1000 вагоно-кілометрів порожнього пробігу при тепловозній тязі	1341,46
1000 вагоно-кілометрів навантаженого пробігу при електровозній тязі	1519,75
1000 вагоно-кілометрів навантаженого пробігу при тепловозній тязі	2479,47
1 відправлений вагон	153,63
1 перероблений вагон	21,98
1 вивантажений вагон	153,63

Додаток 9

Таблиця Д.9.1

Годинні тарифні ставки (в копійках) для робітників підприємств і організацій магістрального залізничного транспорту при 40-годинному робочому тижні згідно з наказом Укрзалізниці від 23 листопада 2007 р. №555-Ц. Дані табл. Д.9.1, Д.9.2 перераховані на 2008 р. з урахуванням підвищення годинних тарифних ставок та посадових окладів на 28,8 % відповідно до даних Наказу Укрзалізниці №555-Ц.

Види робіт	Розряди							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
На роботах з ремонту і налагодження пристроїв СЦБ, безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів	482	523	579	649	743	871	915	964

Таблиця Д.9.2

Посадові оклади фахівців та технічних службовців

Назва посади	Місячні посадові оклади за групами структурних підрозділів, грн			
	I	II	III	IV
Старший електромеханік з обслуговування лінійних і станційних пристроїв СЦБ				
дільниці 1-ї групи				1710 – 1850
дільниці 2-ї групи				1625 – 1770
дільниці 3-ї групи				1465 – 1625

Затримки поїздів біля світлофорів

Назва показників	Період	Залізниця						Усього по УЗ
		Дон.	Придн.	Півд.	П.-Зах.	Одес.	Льв.	
Затримки поїздів біля світлофорів, кількість затримок	2007	1516	8376	217	6856	2724	677	20366
	2006	3240	10279	112	6470	1140	138	21379
	2005	3033	11001	135	3014	1099	179	18461
	2004	2532	9311	504	1252	1686	369	15681
	2003	1650	13693	1238	760	1794	337	19472
	2002	1816	10835	418	2904	1661	350	17984
	2001	2930	12632	394	20552	1480	1441	39429
	2000	5321	21826	977	28908	2840	4414	64286
	1999	3598	28104	1028	26444	2905	2070	64096
	1998	2748	24060	1307	26254	6512	1694	62575
	1997	10703	27282	5776	25848	10017	2605	82231
Час затримок, год	2007	320,0	2057,4	55,9	861,1	590,1	146,8	4031,3
	2006	624,5	3060,0	22,4	859,0	307,0	27,6	4900,5
	2005	612,5	2736,6	23,3	453,3	330,1	28,4	4184,2
	2004	438,9	2107,4	112,1	179,7	575,2	79,7	3493,0
	2003	305,2	3131,8	316,2	124,8	709,8	83,9	4671,7
	2002	317,7	2152,7	79,9	440,9	554,3	63,6	3609,1
	2001	528,2	2695,0	90,0	3181,5	349,4	295,7	7140,7
	2000	911,0	4426,4	180,5	4861,2	651,4	1168,1	12198,6
	1999	607,0	5587,1	205,7	5417,8	803,0	449,2	13069,8
	1998	425,3	4496,8	260,4	5220,0	1553,2	355,5	12308,2
	1997	1739,7	5452,2	1334,7	4990,0	2311,6	628,2	16456,4

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Витрати

- на електроенергію 56
- на заробітну плату 55
- на матеріали, комплект ЗІП 68
- на соціальні потреби 56
- одноразові 56, 58
- поточні на утримання нових пристроїв 55
- відновлення пристроїв після відмовлення 33
- внутрішня норма дохідності інвестицій 59

дисконтований строк окупності інвестицій 59 додаткові

- поїздо-години затримки 41
- роботи 33

економічна доцільність застосування МПЦ замість релейних ЕЦ 37

економічний ефект на стадіях НДР, ДКР 47

економія

- за рахунок зниження паливно-енергетичних витрат 67
- за рахунок скорочення помилок оперативно-диспетчерського персоналу
- від прискорення обігу вантажних вагонів за рахунок підвищення дільничної швидкості 66
- від скорочення затримок (зупинок) поїздів перед закритими світлофорами 65
- від скорочення простою вантажних вагонів на станції 66
- від скорочення втрат у поїзній роботі за рахунок підвищення оперативності усунення відмов технічних засобів 51
- витрат на службово-технічні приміщення 47
- витрат на ремонт вантажних вагонів – 67
- витрат на ремонт локомотивів 67
- експлуатаційних витрат 32
- капітальних вкладень 32

етапи життєвого циклу 25

ефектоутворюючі складові систем ЗА 26

зниження

- витрат на утримання локомотивного парку 42
- витрат на маневрову роботу 42
- експлуатаційних витрат, пов'язаних з поїзною роботою 40
- простою вагонів на станціях 41

інтегральний економічний ефект інноваційних проектів 44

кількісна оцінка обсягу робіт з ТО 33

кількість поїздо-годин простою і затриманих поїздів 40

коефіцієнт приведення 46

комплексні перевірки 33

ліквідаційне сальдо 56

натуральні показники оцінки економічної ефективності нової техніки СЦБ 32

норма дисконту 46

приріст прибутку 32

регламентні роботи (РР) 33

річний економічний ефект 32

скорочення експлуатаційних витрат, пов'язаних із простоєм вагонопотоку 42

строк окупності інвестицій у проект 58

чистий дисконтний дохід 46

Додаток 5

Порівняльні характеристики трудовитрат на технічне обслуговування пристроїв ЕЦ та АБ на базі релейної та мікропроцесорної техніки

Витрати праці на технічне обслуговування пристроїв залізничної автоматики	Трудовитрати ЕЦ				Трудовитрати АБ			
	релейні	%	відсоток скороч. від МПЦ	МП	релейні	%	відсоток скороч. від МП	МП
1. Перевірка залежностей $t^{ПЗ}$	5,1	2,8	80,0	1,0	10,4	6,0	80,0	2,1
2. Обслуговування світлофорів $t^{СВ}$,	7,3	4,2	15,0	6,2	19,0	11,0	15,0	16,2
3. Обслуговування стрілочних переводів $t^{СТ}$	42,5	24,5	20,0	34,0				
4. Обслуговування рейкових кіл $t^{РК}$	63,1	36,5	15,0	53,6	32,0	18,5	15,0	27,2
5. Обслуговування апаратури керування $t^{АК}$	0,5	0,2	95,0	0,03				0,0
6. Обслуговування приладів СЦБ $t^{ПР}$	12,5	7,2	10,0	11,3	19,0	11,0	10,0	17,1
7. Обслуговування переїздів" $t^{ПЕР}$	0,1	0,4	10,0	0,09			10,0	
8. Обслуговування джерел живлення $t^{ДЖ}$	4,0	2,3	10,0	3,6	16,3	9,4	10,0	14,6
9. Обслуговування кабельних мереж, монтажу і з/б конструкцій $t^{КАБ}$	6,0	3,4	30,0	4,2	40,7	23,5	30,0	28,5
10. Перевірка і ремонт приладів у РТД $t^{РТД}$	32,0	18,5	80,0	6,4	35,7	20,6	80,0	7,1
Всього трудовитрат, год/міс	173,1			120,4	173,1			112,9
Зниження трудовитрат при використанні систем ЗА на базі МП техніки	Станційні системи ЕЦ – 30,4 %				Перегінні системи АБ – 34,8 %			

Додаток 6

Техніко-економічні показники МП систем інтервального регулювання руху поїздів на окремих дослідних дільницях залізниць РФ

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника нової системи та базового варіанта порівняння (ціни в російських рублях на 01.01.2006 р.)						
			АБ-ЧКЕ УСАБ	АБ-ЧКЕ УСАБ	АБ-ЧКЕ АБ-ЧК	АБ-ЧКЕ АБ-ЧК	АБ-Е2 АБТ	АБ-УЕ АБТ	АБ-ЕТ АБТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Довжина блок-дільниці	км	3,5 2,0	2,0 2,0	3,5 2,0	2,0 2,0	2,0 1,5	2,0 1,5	2,0 1,5
2	Мінімально допустимий опір ізоляції	Ом·км	0,7 1	0,7 1	0,7 1	0,7 1	0,7 0,7	0,7 0,7	0,7 0,7
3	Кількість приладів на одну сигнальну установку (СУ)	прилад	27 83	27 83	27 36	27 36	22 45	15 45	15 45
4	Капітальні вкладення на одну СУ	тис. руб.	97,07 108,41	97,07 108,41	97,07 60,46	97,07 60,46	85,01 63,27	87,24 63,27	74,15 63,27
5	Витрати праці на технічне обслуговування на одну СУ	люд.год /міс	0,03 0,1	0,03 0,1	0,03 0,15	0,03 0,15	0,028 0,037	0,024 0,037	0,024 0,037
6	Економія експлуатаційних витрат на рік на одну СУ	тис. руб. на рік	16,44	8,93	24,21	10,16	6,2	6,82	6,82

Продовження дод. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Скорочення штату на ділянці 200 км: ШНС ШН ШМ	чол.	2 12 3	2 10 2	4 17 7	0 1 2	0 3 2	0 3 2	0 3 2
8	Чистий прибуток на рік на одну СУ	тис. руб. на рік	14,45	7,73	15,59	3,14	2,91	3,31	3,31
9	Розрах. строк окупності дод. капітальних вкладень	років	1,22	1,34	0,7	5	1	1,12	1,12

Таблиця 6.4

Розрахунок економічного ефекту за розрахунковий період при застосуванні автоматичної переїзної сигналізації

Складові економічного ефекту	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Результат за рахунок зміни витрат на ДТП (1)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Результат за рахунок зміни витрат на простої автотранспорту (2)	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79	36,79
Результат в інших галузях господарства (3)	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
Загальний результат (4) (ряд.1+ряд.2+ряд.3)*365	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7	16209,7
$\alpha \cdot (5)$	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,4241
Загальний результат з урахуванням $\alpha \cdot (6)$	16209,7	14736,2	13395,7	12178,3	11071,2	10064,6	9150,4	8318,8	7561,8	6874,5
Одноразові витрати (7)	70000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Поточні експлуатаційні витрати (8)	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Загальні витрати (9) (ряд.7+ряд.8)	73200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Загальні витрати з урахуванням $\alpha \cdot (10)$	73200	2909,1	2644,5	2404,2	2185,6	1986,9	1806,4	1642,2	1492,8	1357,1
Економічний ефект (11) (ряд.6-ряд.10)	-56990,3	11827,1	10751,2	9774,1	8885,6	8077,7	7344,0	6676,6	6069	5517,4
Ефект наростаючим підсумком	-56990,3	-45163,2	-34412,0	-24637,9	-15752,6	-7674,9	-330,9	6345,7	12414,7	17932,1

