

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Д. О. Кульова, В. М. Запара, О. В. Лаврухін

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Конспект лекцій

Частина 2

Харків 2024

Кульова Д. О., Запара В. М., Лаврухін О. В. Ризик-орієнтовані технології перевезень: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – Ч. 2. – 69 с.

У конспекті лекцій із дисципліни «Ризик-орієнтовані технології перевезень» розглянуто стратегію управління ризиками в умовах перевезення небезпечних вантажів, принципи розроблення ризик-орієнтованої технології формування поїздів із небезпечними вантажами, реалізація якої забезпечить раціональну композицію вантажного поїзда. Наведено принципи розроблення семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень на основі абстрактного моделювання оперативних процесів і бази даних із елементами бази знань для її інтелектуального функціонування. Дано відповідь на питання, як синтез технологій, що забезпечують різні етапи перевезень, призводить до синергетичного ефекту в управлінні ризиками за реалізації перевізного процесу. Розглянуто поняття страхування на залізничному транспорті, яке відіграє важливу роль у захисті від негативних наслідків ризикованих ситуацій.

Конспект лекцій призначений для здобувачів вищої освіти першого освітнього рівня (бакалавр) спеціальності 275.02 «Транспортні технології (залізничний транспорт)» освітньої програми «Організація перевезень і управління на транспорті».

Лл. 21, табл. 6, бібліогр.: 15 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління вантажною і комерційною роботою 29 квітня 2024 р., протокол № 10.

Рецензент

проф. О. М. Огар

ЗМІСТ

Вступ	4
Тематичний план навчальної дисципліни	5
Тема 8. Стратегія управління ризиками в умовах перевезення небезпечних вантажів	6
8.1 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України	6
8.2 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України	10
Тема 9. Принципи розроблення ризик-орієнтованої технології формування поїздів із небезпечними вантажами	13
9.1 Передумови для розроблення технології	13
9.2 Загальна стратегія технології	14
Тема 10. Принципи формування комплексного ризик-орієнтованого критерію	21
Тема 11. Принципи розроблення семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень	30
11.1 Передумови для розроблення технології	30
11.2 Абстрактне моделювання оперативних процесів	32
Тема 12. Формування бази даних семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень	41
Тема 13. Синергія ризик-орієнтованих технологій перевезень: від концепції до практики	50
Тема 14. Страхування: сутність, функції та роль в управлінні ризиками	59
Тема 15. Страхування відповідальності залізниць	64
Список літератури	68

ВСТУП

Ефективне впровадження інтелектуальних ризик-орієнтованих технологій перевезень на залізничному транспорті дасть змогу мінімізувати ризики, а отже, і негативні наслідки від їх реалізації, і значно підвищити рівень безпеки. Для розроблення зазначених технологій необхідно володіти широким спектром знань – від техніко-технологічних аспектів організації перевізного процесу, принципів ризик-менеджменту до наукових підходів формування систем підтримок прийняття рішень, а також вміти застосовувати математичні апарати та алгоритми для цього.

Засвоєння матеріалу дисципліни «Ризик-орієнтовані технології перевезень» дасть змогу зрозуміти передумови, сутність, підходи та принципи вищезазначеного.

Конспект лекцій призначений для здобувачів різних форм навчання за напрямом підготовки 275.02 «Транспортні технології (залізничний транспорт)» для самостійного опрацювання матеріалу дисципліни «Ризик-орієнтовані технології перевезень».

Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 8. Стратегія управління ризиками в умовах перевезення небезпечних вантажів

Тема 9. Принципи розроблення ризик-орієнтованої технології формування поїздів з небезпечними вантажами

Тема 10. Принципи формування комплексного ризик-орієнтованого критерію

Тема 11. Принципи розроблення семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень

Тема 12. Формування бази даних семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень

Тема 13. Синергія ризик-орієнтованих технологій перевезень: від концепції до практики

Тема 14. Страхування: сутність, функції та роль в управлінні ризиками

Тема 15. Страхування відповідальності залізниць

Тема 8. Стратегія управління ризиками в умовах перевезення небезпечних вантажів

План лекції

8.1 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України.

8.2 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України.

Перевезення небезпечних вантажів (НВ) не здійснюють окремо від звичайної категорії вантажів і пасажирського руху, воно має бути пов'язане з єдиним транспортним процесом, який спирається на нормативну базу, що включає Правила технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ), Інструкцію з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ІРП), Технічно-розпорядчий акт станції (ТРА), Технологічний процес роботи станції тощо. Також операції з НВ зазначені у «Правилах перевезень вантажів» і «Правилах перевезень небезпечних вантажів». Для зменшення ризиків виникнення транспортних подій із НВ доцільно розглянути системні заходи, викладені у вищезазначених нормативних документах.

8.1 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України

Правила технічної експлуатації залізниць України [1] – це документ, що містить нормативні вимоги та положення, які регулюють технічну експлуатацію залізничного транспорту в Україні. Ці правила встановлюють стандарти і вимоги щодо безпеки, технічного стану, експлуатації та обслуговування залізничної інфраструктури, руху поїздів, а також перевезень вантажів і пасажирів. Виконання Правил технічної експлуатації

забезпечує злагодженість усіх ланок залізничного транспорту, чітку та безперебійну роботу залізниць і безпеку руху.

Відповідно до розділу 15 «Організація технологічної роботи станції» Правил технічної експлуатації залізниць України є окремі положення, що стосуються небезпечних вантажів.

Розділ 15. Організація технічної роботи станції. Експлуатація стрілочних переводів.

Підрозділ 15.3. «У необхідних випадках начальник станції встановлює нормальне положення нецентралізованих стрілок, що не включені в залежність від сигналів і маршрутів і ведуть до станційних колій, визначених для стоянки відбудовних і пожежних поїздів, вагонів з небезпечними вантажами класу I (вибухові матеріали) тощо» – це положення важливо для забезпечення безпечних умов руху поїздів, особливо у випадку, коли стрілки ведуть до колій, призначених для стоянки вагонів з НВ, такими як вибухові матеріали, з метою уникнення ситуацій, які можуть призвести до аварій або небезпечних випадків.

Проведення маневрів. Підрозділ 15.22. «Вагони з вантажами окремих категорій, зазначених у «Правилах перевезення вантажів» і «Правилах перевезення небезпечних вантажів», при виконанні маневрів повинні мати відповідне прикриття від паровоза, що працює на твердому паливі, з вагонів з безпечними вантажами або з порожніх вагонів» – це положення є важливим заходом безпеки з таких причин:

– запобігання забрудненню або пошкодженню вантажу.

Паровоз, що працює на твердому паливі, може виділяти дим, сажу або інші шкідливі речовини. Прикриття вагонів із вантажами може захистити їх від забруднення або пошкодження цими речовинами, що може бути особливо важливим для вантажів певних категорій, які можуть бути чутливими до зовнішніх впливів;

– збереження властивостей вантажу.

Вантажі можуть бути чутливими до температурних змін або забруднення, яке може вплинути на їхні властивості чи якість. Прикриття вагонів може допомогти зберегти ці властивості та якість вантажу під час маневрів із паровозом;

– забезпечення вимог безпеки.

«Вагони з небезпечними вантажами класу I (вибухові матеріали) і цистерни зі зрідженими газами за умов їх стоянки на станції поза поїздами, за винятком тих, що знаходяться з метою накопичення на коліях сортувальних парків, мають розміщуватися на особливих коліях. Такі вагони мають бути зчеплені, надійно закріплені від виходу і огорожені переносними сигналами зупинки».

«Стрілки, що ведуть на колії стоянки таких вагонів, встановлюються в положення, що унеможливорює заїзд на цю колію».

«При перебуванні вагонів з небезпечними вантажами класу I (вибухові матеріали) і цистерн зі зрідженими газами під накопиченням на коліях сортувальних парків слід вжити особливих запобіжних заходів, що встановлені «Правилами перевезення вантажів» і «Правилами перевезення небезпечних вантажів» та Інструкцією з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, затвердженою наказом Міністерства транспорту України від 08.07.1995 р. № 260».

Підрозділ 15.23. «Керівник маневрів зобов'язаний: ... організувати маневрову роботу так, щоб були забезпечені безпека руху, особиста безпека працівників, які зайняті на маневрах, збереження рухомого складу та вантажу. Маневри з вагонами, що зайняті людьми, негабаритними та небезпечними вантажами класу I (вибухові матеріали), виконувати з особливою обережністю».

Підрозділ 15.29. «Забороняється ставити в пасажирські та поштово-багажні поїзди: ... вагони з небезпечними вантажами; ...».

Підрозділ 15.31. «Забороняється ставити у вантажно-пасажирські поїзди вагони з небезпечними вантажами, а також порожні цистерни з-під зріджених газів. Як виняток, на малодіяльних дільницях, де жодні інші поїзди, крім вантажно-пасажирських, не обертаються, може допускатися поставлення до них вагонів з небезпечними вантажами (за винятком вагонів з небезпечними вантажами класу І (вибухові матеріали) з дозволу начальника залізниці та відповідно до визначеного ним порядку».

Підрозділ 15.32. «Вагони з небезпечними вантажами ставляться у вантажні поїзди у відповідності з умовами перевезень, встановленими «Правилами перевезення вантажів» і «Правилами перевезення небезпечних вантажів».

Підрозділ 15.34. «Забороняється ставити в людські поїзди вагони з небезпечними вантажами, а також порожні цистерни з-під зріджених газів.

Порядок постановки вагонів з небезпечними вантажами у військові людські поїзди визначається «Правилами перевезення небезпечних вантажів» і спеціальними положеннями Державної адміністрації залізничного транспорту України».

Розділ 16. Рух поїздів. Загальні вимоги.

Підрозділ 16.4. «Забороняється займати вловлюючі тупики будь-яким рухомим складом, а запобіжні тупики – пасажирськими і вантажними вагонами, що зайняті людьми, вантажними вагонами з небезпечними вантажами».

З вищезазначеного випливає, що Правила технічної експлуатації залізниць України містять важливі вимоги та процедури, спрямовані на забезпечення безпеки під час перевезення НВ. Ці положення підкреслюють необхідність ретельного дотримання правил із метою запобігання аварійним ситуаціям і транспортним подіям.

8.2 Аспекти перевезення небезпечних вантажів відповідно до Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України

Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ІРП) [2] уточнює та деталізує правила, визначені в ПТЕ та Інструкції з сигналізації на залізницях України (ІСИ). Ця Інструкція регулює:

1 Процедури приймання, відправлення та пропускання поїздів за різних умов дії засобів сигналізації, централізації, блокування (СЦБ) і зв'язку на станціях і перегонах, включаючи нормальні та аварійні умови.

2 Порядок приймання та відправлення поїздів у разі проведення ремонтно-будівельних робіт на залізничних коліях і спорудах.

3 Правила виконання маневрів на станціях.

4 Процедури видання попереджень поїздам.

5 Інші норми, що регламентують безпечність і безперешкодність приймання, відправлення та руху поїздів, а також безпеку маневрової роботи і дотримання працівниками вимог із охорони праці та навколишнього середовища.

Норми й вимоги цієї Інструкції є обов'язковими для залізниць України та їхніх структурних підрозділів.

В Інструкції, окрім положень, що стосуються НВ, є розділ «Порядок проведення маневрової роботи, формування та пропускання поїздів з вагонами, завантаженими небезпечними вантажами класу 1 (вибухові матеріали)», який містить:

- загальні положення;
- формування поїздів;
- прямування поїздів із небезпечними вантажами класу 1 (вибухові матеріали);
- порядок дій в аварійних ситуаціях.

Загальні положення розділу (підрозділ 21.1) встановлюють основні принципи та вимоги щодо сповіщення працівників, документів, обліку, безпеки під час роботи з вибуховими матеріалами та інші важливі аспекти. Цей розділ також визначає вимоги до обладнання маневрового локомотива радіозв'язком та обов'язкової наявності справної переносної радіостанції у складача поїздів.

Крім того, підрозділ розглядає питання подавання та прибирання вагонів із вибуховими матеріалами на під'їзних коліях, проведення технічного огляду, встановлення прикриття, умови руху, ввімкнення та вимкнення автогальм, а також інші питання, що стосуються безпечної маневрової роботи з даним видом вантажів.

Підрозділ 21.2 «Формування поїздів» Інструкції містить детальні вказівки та правила щодо формування поїздів, у складі яких є небезпечні вантажі класу 1, тобто вибухові матеріали. Основна мета цього підрозділу – забезпечення ефективного та безпечного перевезення зазначених вантажів із урахуванням їхньої потенційної небезпеки.

Основні положення підрозділу включають такі аспекти:

1 Порядок формування поїздів, де визначені умови щодо прикриття вагонів із вибуховими матеріалами з безпечними вантажами, а також правила розміщення таких вагонів у складі поїздів, зокрема порядок розміщення їх у спеціальних секціях.

2 Організація супроводження: уточнено порядок супроводження вагонів із вибуховими матеріалами військовою охороною та іншими відповідними службами, а також умови їх розташування у складі поїздів.

Загальною метою цього підрозділу є забезпечення безпеки під час транспортування вибухових матеріалів і дотримання відповідних стандартів і правил безпеки.

Підрозділ 21.3 «Прямуювання поїздів з небезпечними вантажами класу 1 (вибухові матеріали)» Інструкції містить вказівки та правила, що стосуються руху поїздів, які містять вагони з вибуховими матеріалами.

Основна мета цього підрозділу – забезпечити контрольоване та безпечне прямування таких поїздів із урахуванням їхньої потенційної небезпеки.

Дуже важливим є контроль під час прямування поїздів із НВ класу 1, які мають знаходитися під постійним наглядом поїзного диспетчера та чергового по станції. Машиніст локомотива має переконатися за натурним листом про наявність і розміщення вагонів із вибуховими матеріалами у складі поїзда. Складач поїздів також повинен повідомити про наявність таких вагонів у поїзді.

21.3.4 «Номер поїзда з буквами «ВМ» проставляють у журналі руху поїздів, на графіку виконаного руху, у письмових дозволах і попередженнях, що видають машиністу локомотива, натурних листах та інших документах, пов'язаних із прийманням і відправленням поїздів».

21.3.6 «Поїзди, до складу яких входять вагони з вибуховими матеріалами, слід приймати на колії, вказані в технічно-розпорядчому акті станції».

21.3.6 «Поїзди, до складу яких входять вагони з вибуховими матеріалами, слід приймати на колії, вказані в технічно-розпорядчому акті станції».

Пункт 21.3.8 присвячений усуненню технічних і комерційних несправностей, що можуть бути виявлені на шляху прямування окремих вагонів із вибуховими матеріалами, а також у вагонах, що входять до складу спеціального рухомого складу (схем), військових транспортів й ешелонів. Інструкція описує умови, за яких можна проводити відчеплення вагонів, супроводжувані воєнізованою охороною, а також процедури після відчеплення та відправлення відповідних вагонів за призначенням.

Підрозділ 21.4 «Порядок дій в аварійних ситуаціях» описує порядок дій у випадку аварійних ситуацій під час перевезення вибухових матеріалів. Працівники, пов'язані з рухом поїздів, зобов'язані дотримуватися Правил безпеки та ліквідації аварійних ситуацій, пов'язаних із небезпечними вантажами. У випадку загрози для поїзда з вибуховими

матеріалами працівники мають вжити заходів для його зупинки та ліквідації небезпеки. Після зупинки поїзда відчеплюють вагони з вибуховими матеріалами та вживають заходи до їх відведення на безпечну відстань від іншого рухомого складу.

Усі дії слід здійснювати з дотриманням встановлених правил безпеки та вимог, передбачених в аварійних картках та інших нормативних документах. У разі аварійної ситуації черговий по станції та поїзний диспетчер зобов'язані повідомити відповідних посадових осіб і вжити заходів для ліквідації наслідків аварії.

Розглянуті системні заходи у вищезазначених нормативних документах націлені на зменшення ризиків, особливо в умовах перевезення НВ, і є беззаперечними до суворого і чіткого їх дотримання всіма працівниками залізничного транспорту. Однак в умовах цифровізації та інтелектуалізації перевізного процесу на сьогодні необхідним є розроблення новітніх підходів задля формування систем підтримки прийняття рішень для персоналу залізниць.

Тема 9. Принципи розроблення ризик-орієнтованої технології формування поїздів із небезпечними вантажами

План лекції

9.1 Передумови для розроблення технології.

9.2 Загальна стратегія технології.

9.1 Передумови для розроблення технології

Передумовою для розроблення автоматизованих ризик-орієнтованих технологій перевезень стає необхідність вдосконалення систем управління

безпекою, а також зростаюча потреба в ефективному використанні ресурсів і мінімізації можливих ризиків і аварійних ситуацій.

У розрізі перевезення НВ розглянемо таке питання та його вирішення. Під час формування вантажних поїздів вагони з окремими категоріями вантажів, визначеними в Правилах перевезень вантажів на залізничному транспорті та Правилах перевезень небезпечних вантажів по залізницях, повинні мати прикриття зі звичайною категорією вантажів або порожніх вагонів відповідно до установлених вимог. Розташування таких вагонів у вантажних поїздах регульовані ІРП з урахуванням вимог, викладених у Правилах перевезень та інших нормативних актах залізничного транспорту. Відповідно до Правил перевезення небезпечних вантажів пакування з різними знаками безпеки не слід завантажувати в один контейнер або вагон сумісно, у випадку, якщо сумісне завантаження не дозволено відповідно до таблиці 5 [3]. У випадку, якщо вантажні одиниці містять вироби або речовини класу 1 і мають знаки безпеки відповідно до зразків 1, 1.4, 1.5 або 1.6, але мають належність до різних груп сумісності, то не дозволено завантажувати в один контейнер або вагон, якщо відповідно до таблиці 6 Правил для певних груп сумісності сумісне завантаження не дозволено [3].

Якщо розглядати вищезазначені положення для формування інтелектуальних підходів мінімізації ризиків, то слід зазначити, що ці аспекти стосуються виключно завантаження НВ в один вагон або контейнер і не враховані на глобальному рівні, а саме при формуванні поїзда, що у свою чергу збільшує ризики негативних наслідків у випадку аварійної ситуації, а отже, збільшує і саму величину ризику відповідно.

9.2 Загальна стратегія технології

Для зменшення ризиків під час формування поїздів із НВ різних груп сумісності потрібно застосовувати підходи, спрямовані на управління

ризиками, - у цьому випадку формування «достатньо безпечного» поїзда. Під достатньою безпекою поїзда розглядають його состав з максимальним виключенням кількості сумісних небезпечних розташувань вагонів із НВ різних (несумісних) класів. Це призведе до зменшення, як превентивний захід, можливих наслідків у результаті настання аварійної ситуації.

Процес розформування-формування поїздів є складним інженерним завданням, його вирішення на залізницях України покладено на оперативних працівників станції: маневрового диспетчера, чергового по станції, чергового по гірці. Основу технології формування вантажних поїздів становить параметр мінімальних експлуатаційних витрат, визначений часом, проведеним вантажними вагонами на станції під різними операціями (обробка по прибуттю, очікування розформування, накопичення та ін.), а також часом роботи гіркових і маневрових локомотивів, який впливає на витрати паливно-енергетичних ресурсів і вантажів у вагонах поїзда, що формується.

Загальні витрати на формування поїзда з достатньою безпекою залежать від експлуатаційних витрат на маневрову роботу і величини ризику. Тобто принципи мінімізації експлуатаційних витрат і ризиків є основою формування технології утворення составів одногрупних поїздів [4], що відображено в цільовій функції (неявний вигляд) математичної моделі

$$C(v) = \left(\sum_{j=1}^{n_i(v,w)} I(v), R(v), M(v) \right) \rightarrow \min, \quad (9.1)$$

де v – змінний вектор, який співставляє кожний елемент із множини вихідного потоку вагонів, із номером состава, формованого на станції, і одночасно визначає положення кожного вагона у складі поїзда;

$\sum_{i=1}^k I(v)$ – загальні експлуатаційні витрати, які припадають на

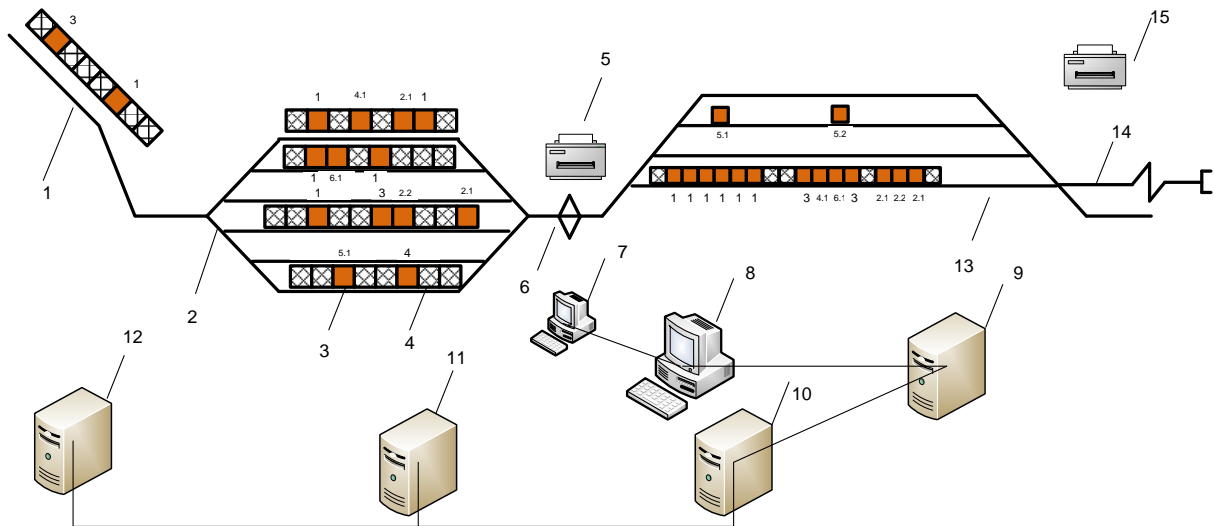
розформування поїздів із боку сортувальної гірки, формування поїзда з боку витяжної колії, простій вагонів в очікуванні визначених технологічних операцій, грн;

R – величина ризику, яка залежить від певної композиції состава вантажного поїзда з НВ, грн;

M – параметр, який відповідає раціональній перестановці груп n з вагонами m_n .

На рисунку 9.1 відображено можливу довільну оперативну ситуацію на залізничній станції. У результаті ситуації на станції та на її підходах знаходяться поїзди (відображені в лівій частині рисунка), у складі яких містяться вагони з НВ (позначені оранжевим кольором). Результатом роботи моделі є визначення раціональної композиції вантажного поїзда, у складі якого знаходяться вагони з НВ різних груп сумісності (відображено у правій частині рисунка).

Складним завданням є отримання раціональної композиції вантажного поїзда з вагонами з НВ після розформування составів поїздів, що знаходяться в парку приймання станції, з сортувальної гірки 6. Для остаточного формування такого поїзду доцільно використовувати вільні колії сортувального парку 13 та витяжну маневрову колію 14. При цьому передбачено, що оперативна інформація про порядок розформування буде надходити бригадам складачів поїздів у вигляді сортувального аркуша через друкувальні пристрої 5 та 15. Ця інформація є результатом роботи математичної моделі з цільовою функцією. Попередня інформація для роботи математичної моделі буде надходити по каналах автоматизованої системи управління вантажними перевезеннями АТ «Укрзалізниця» (АСКВПУЗ–Є), яка схематично зображена як пристрої 7–12.



1 – колії перегону, що примикають до станції; 2 – парк приймання; 3 – вагон із НВ; 4 – вагон зі звичайним вантажем або порожній; 5 – друкувальний пристрій, розташований у районі сортувальної гірки; 6 – сортувальна гірка; 7 – автоматизоване робоче місце (АРМ) чергового по гірці; 8 – АРМ маневрового диспетчера; 9 – сервер станції; 10 – сервер дирекції залізничних перевезень; 11 – сервер регіональної філії ПАТ «УЗ»; 12 – сервер головного обчислювального центру ПАТ «УЗ»; 13 – сортувальний парк; 14 – маневрова витяжна колія; 15 – друкувальний пристрій, розташований у районі «хвоста» сортувального парку

Рисунок 9.1 – Візуалізація процедури формування одногрупного поїзда з вагонами, завантаженими НВ

Для пошуку розв’язку цільової функції (9.1) застосовують метод на базі генетичного алгоритму (ГА) [5], який дає змогу за порівняно незначний час отримувати раціональні рішення, що є необхідним для виконання експлуатаційної роботи в оперативних умовах.

На першому етапі роботи ГА необхідно сформувати батьківську пару хромосом [5]. Під хромосомою розуміють визначену послідовність вантажних вагонів із НВ і без НВ у поїзді. У загальному вигляді хромосома складається з певної кількості генів g , яка дорівнює загальній кількості

вагонів визначеного призначення V (ці вагони можуть знаходитися як на станції, так і підходах до неї), тобто $ch_i = \{g_1, g_2, \dots, g_v\}$, $v \in V$.

На рисунку 9.2 відображено графічну візуалізацію роботи триточкового оператора кросинговеру з батьківською парою хромосом ch_1 та ch_2 , необхідних для формування наступних популяцій. Чисельні значення, записані в комірках, відповідають групі сумісності (номер небезпеки) [3], а сама комірка відповідає поняттю «ген».

Генетичні оператори використовують для застосування принципів спадковості і змінності до віртуальної популяції. Серед їхніх характерних рис однією з їхніх властивостей є ймовірність. Це означає, що оператори можна застосовувати не до всіх особин, які піддаються схрещуванню, що додає додатковий елемент невизначеності до процесу пошуку рішення.

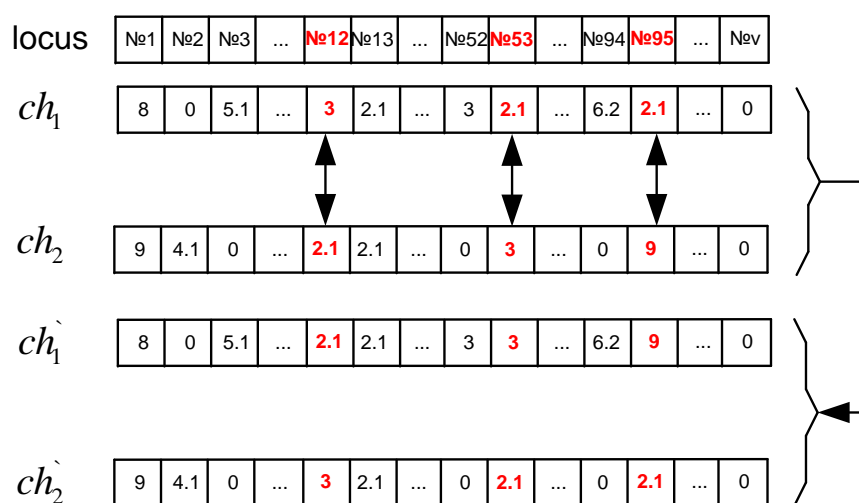


Рисунок 9.2 – Візуалізація роботи триточкового оператора кросинговеру

Відповідно до основних положень теорії ГА у кожного гену хромосоми є певне місце під назвою locus, що відповідає порядку розставлення вагонів у складі вантажного поїзда. У результаті роботи оператора кросинговеру відразу відбувається обмін трьох генів батьківської пари хромосом і формується наступна пара хромосом ch_1' та ch_2' .

Слід урахувати, що попереднє формування батьківської пари хромосом ch_1 та ch_2 ґрунтується на тому, що до неї включено лише ті значення груп сумісності, які відповідають реальній наявності певних вагонів на станції для конкретного напрямку або ж на підходах до неї з додаванням довільної кількості вагонів зі звичайною категорією вантажів чи порожніх.

Для такого випадку $g \in G$, де g – значення гену хромосоми, у свою чергу G – область допустимих значень, яка відповідає множині вагонів із НВ. Для функціонування ГА сформовано матрицю суміжності, яка відповідає можливості постановки вагонів із НВ з відповідними знаками небезпеки. Основу матриці складає таблиця 5 пункту 7.5 [3] з додаванням нульового значення, яке відповідає вантажному вагону, завантаженому звичайною категорією вантажів (таблиця 9.1).

Таблиця 9.1– Основа формування матриці суміжності для вагонів з НВ

Номер знака небезпеки	0	1	1.4	1.5	1.6	2	3	4.1	...	9
0	1	1	1	1	1	1	1	1	...	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
1.4	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
1.5	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
1.6	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0	...	1
3	1	0	0	0	0	0	1	1	...	1
4.1	1	0	0	0	0	0	1	1	...	1
...
9	1	0	0	0	0	1	1	1	...	1

Складність визначення послідовності розстановки вагонів із НВ у составі поїзда, яка буде раціональною, полягає в тому, що потрібно передбачити умову розділення цих вагонів вагонами зі звичайною

категорією вантажів або порожніми, яким відповідає нульове значення таблиці 9.1.

Враховуючи дотримання умов прикриття, максимальне значення якого дорівнює трьом вагонам [3], необхідно, щоб технологія реалізовувала цю умову. За допомогою ГА, а саме застосування операторів «видалення» (*delete*) і «вставлення» (*paste*), це стає можливим. Це означає, що в певні моменти роботи ГА довжина хромосоми може змінюватися, але в остаточному результаті вона задовольняє умову

$$50 \leq locus \leq 60. \quad (9.2)$$

Вищезазначений вираз відповідає умові формування поїзда нормативної довжини.

Для коректної роботи операторів «видалення» та «вставлення» передбачена така умова: імовірність використання оператора «*delete*» приблизно вдвічі більша, ніж «*paste*», тобто

$$P(paste) = P(delete) \cdot 0,5. \quad (9.3)$$

Вираз (9.3) відповідає за виконання умови (9.2) та одночасно за збільшену кількість варіацій. Як правило, для розв'язання оптимізаційних задач імовірність використання оператора «*delete*» знаходиться в діапазоні $P(delete) \in (0,6; 0,99)$ [6].

Основою отримання результатів при застосуванні ГА є фітнес функція (*fitness function*). Як *fitness function*, яка визначає ступінь пристосування одержаного розв'язку, використано цільову функцію (9.1), подану як

$$Fit(v) = C(v) \rightarrow \min. \quad (9.4)$$

Параметр M реалізовано у вигляді перетворення хромосоми, яка відтворює раціональну послідовність розташування груп вагонів із НВ у составі поїзда. Візуальний результат роботи ГА відображено на рисунку 9.3.

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18	№19	№20	№21	№22	№23	№24	№25	№26	№27	№28	№29	№30	№31	№32	№33	№34	№35	№36	№37	№38	№39	№40
0	0	5.1	5.1	5.1	5.1	0	0	0	8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0	0	0	3	3	3	3	3	9	0	9	4.2	0	0	0								

Рисунок 9.3 – Візуальна інтерпретація хромосоми, яка відповідає раціональній композиції вантажного поїзда з НВ

З рисунка видно, що отримана хромосома налічує 60 локусів, що відповідає 60 вантажним вагонам у поїзді. Варіант формування складу поїзда повністю відповідає таблиці 9.1. Отриманий результат можна вважати майже ідеальним, однак на практиці досягнення такої послідовності можливе при детальному і точному налаштуванні моделі шляхом підбору відповідних генетичних операторів та імовірності їх виконання.

Тема 10. Принципи формування комплексного ризик-орієнтованого критерію

У більшості класичних підходів ризик визначають як

$$R = I \cdot N, \quad (10.1)$$

де I – імовірність настання несприятливої події;

N – наслідки.

При формуванні «достатньо безпечного» поїзда з НВ стає необхідним застосувати модифікований підхід

$$R = U \cdot \sum_{a=1}^l E(w_a), \quad (10.2)$$

де U – умовна впевненість виникнення більш значних наслідків у результаті аварійної ситуації (комплексний критерій);

$E(w_a)$ – усередненні витрати, приведені до однієї аварійної ситуації;

l – кількість складових усереднених витрат.

Усередненні витрати:

– $E(w_1)$ – усереднені приведені витрати, які припадають на пошкодження основних фондів (будівлі, споруди), колій, вагонів, локомотивів і майна третіх осіб;

– $E(w_2)$ – усереднені приведені витрати, які виникають внаслідок завдання шкоди навколишньому середовищу;

– $E(w_3)$ – усереднені приведені витрати, які припадають на виплату грошової компенсації за спричинення людині негативних наслідків (смерть, травмування, втрата працездатності).

У цьому підході імовірність I замінено на умовну впевненість U .

Умовна впевненість виникнення більших наслідків у результаті аварійної ситуації U є комплексним критерієм, на який впливають такі параметри:

– кількість груп вагонів із небезпечними вантажами в складі поїзда, що формується, n ;

– загальна кількість вагонів із небезпечними вантажами m_n ;

– ступінь небезпеки групи, до якої віднесено вагони з небезпечними вантажами, g ;

– кількість випадків сумісного розташування вагонів різних груп безпеки b .

Зазначені параметри залежать від оперативних обставин. Урахувати велику кількість обмежень і факторів, таких як оперативні зміни в межах залізничного підрозділу, різноманітність характеру досліджуваних параметрів, вплив людського фактора, неможливо. Тому для формалізації кінцевої мети застосовано математичний апарат нечітких множин. Подамо параметри n , m_n , g , b у вигляді нечітких змінних із відповідними функціями належності. Вихідним параметром моделювання обрано умовний критерій оцінювання наслідків аварійних ситуацій U [7].

Для визначення U необхідно задати чотири лінгвістичні змінні $\langle n, H_1, Q \rangle$, $\langle m_n, H_2, F \rangle$, $\langle g, H_3, J \rangle$, $\langle b, H_4, V \rangle$. На рисунку 10.1 відображено графічну інтерпретацію формування нечітких змінних у середовищі Matlab при використанні Toolbox Fuzzy Logic.

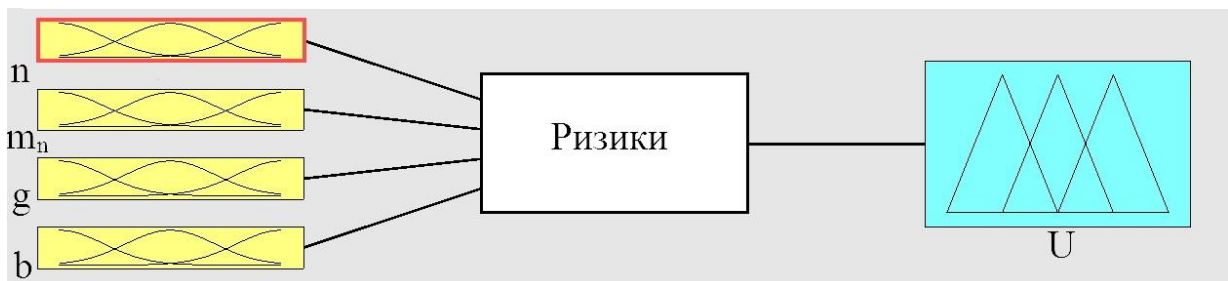


Рисунок 10.1 – Графічна інтерпретація формування нечітких змінних

Для можливості формалізації та опису лінгвістичної змінної $\langle g, H_3, J \rangle$, яка відповідає за ступінь безпеки небезпечних вантажів у термінах нечіткої логіки, доцільно сформувані підхід для переходу від чинної системи класифікації НВ, яка налічує різну кількість класів безпеки. Використання чинної класифікації (від 9 до 13 класів безпеки) робить неможливим формування лінгвістичних змінних, тому необхідно

формуванню перехід до груп небезпеки з розподіленням у групи відповідних класів небезпеки. Визначення та реалізація запропонованих груп можливе з використанням методу оцінювання ступенів небезпеки на основі групування визначених класів. Відповідно до цього слід використовувати нормативно-правову документацію і характеристику властивостей НВ при їх ініціюванні, визначити ступені небезпеки на основі класів небезпеки та їхньої сумісності. При постановці вагонів із НВ в один вантажний поїзд використовують таблиці розділу 7 і таблицю 5 «Сумісне завантаження в один вагон або контейнер» [3] і пункт 5.8.3. «Пріоритет небезпеки» [8] з поділом усіх класів небезпеки на чотири групи:

- перша група небезпеки – класи 8, 9 – low (низький рівень небезпеки);
- друга група небезпеки – класи 4.3, 5.1 – med (середній рівень);
- третя група небезпеки – класи 2, 3, 4.1, 4.2, 5.2, 6.1, 6.2, 7 – high (високий рівень);
- четверта група небезпеки – клас 1 – high_high (надвисокий рівень небезпеки).

Четверту групу обрано відповідно до вимог, визначених у ППНВ [3], щодо заборони сумісного завантаження з безпечними іншими класами (розділ 5, пункт 7.5) і вимог ДСТУ 4500–3 (пункт 5.8.3), оскільки властиві класу 1 та види небезпеки завжди мають пріоритет.

Третю групу обрано відповідно до вимог, визначених у ППНВ [3]. Небезпечні вантажі таких класів можуть бути завантажені разом із деякими НВ інших класів. Але, за ДСТУ 4500–3, притаманні НВ таких класів основні види небезпеки завжди мають пріоритет.

Другу групу обрано за ДСТУ, класи 4.3 та 5.1 у більшості випадків мають пріоритет над групою 1 (особливо це стосується груп пакування I та II) (таблиця 5 пункту 5.8.3).

Першу групу обрано за ДСТУ, оскільки відповідно до таблиці 3 пункту 5.8.3 вони мають менший пріоритет порівняно з класами, віднесеними до другої групи.

Відповідно до вищезазначеного лінгвістичну змінну $\langle g, H_3, J \rangle$ подано в такому вигляді:

$$\langle g, H_3, J \rangle \rightarrow \langle \text{"Ступінь небезпеки"}, H_3, [j_{\min}, j_{\max}] \rangle, \quad (10.3)$$

де $H_1 = \{ \text{«перший ступінь»}, \text{«другий ступінь»}, \text{«третій ступінь»}, \text{«четвертий ступінь»} \}$;

j_{\min}, j_{\max} – область визначення $J = \{j\}$ відповідної нечіткої змінної, яка відповідає за ступінь небезпеки групи, до якої віднесено вагони з небезпечними вантажами.

Нечітку підмножину множини J можна подати в такому вигляді:

$$\tilde{j}_o = \{ \langle \mu_{j_o}(j) / j \rangle \}, \quad (j \in J), \quad (10.4)$$

де $\mu_{j_o}(j)$ – функція належності, яка описує нечітку змінну \tilde{j}_o .

У цьому випадку значення лінгвістичної змінної "Ступінь небезпеки" з терм-множиною J описано функціями належності з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення. Згідно з цим параметри нечітких змінних \tilde{j}_o відтворені в аналітичному вигляді як

$$\begin{aligned} & \langle \text{"низький ступінь"}, [j_{\min}, j_{\max}], \tilde{j}_1 \rangle, & \langle \text{"низький ступінь"}, [1, 2], \tilde{j}_1 \rangle, \\ & \langle \text{"середній ступінь"}, [j_{\min}, j_{\max}], \tilde{j}_2 \rangle, & \langle \text{"середній ступінь"}, [1, 3], \tilde{j}_2 \rangle, \\ & \langle \text{"високий ступінь"}, [j_{\min}, j_{\max}], \tilde{j}_3 \rangle, & \langle \text{"високий ступінь"}, [2, 4], \tilde{j}_3 \rangle, \\ & \langle \text{"надвисокий ступінь"}, [j_{\min}, j_{\max}], \tilde{j}_4 \rangle. & \langle \text{"надвисокий ступінь"}, [3, 4], \tilde{j}_4 \rangle. \end{aligned} \quad (10.5)$$

Терм-множина «низький ступінь» відповідає максимальній впевненості за низького ступеня небезпеки в тому випадку, якщо $j=1$. Терм-множина «середній ступінь» відповідає максимальній впевненості за середнього ступеня небезпеки, коли $j=2$. Терм-множина «високий ступінь» відповідає максимальній впевненості за високого ступеня небезпеки, якщо $j=3$. Терм-множина «надвисокий ступінь» відповідає максимальній впевненості за надвисокого ступеня небезпеки, якщо $j=4$. Параметри, що визначено, відповідають графічним залежностям при використанні гаусівського розподілу. Вибір щодо кількості функцій приналежності і відповідних терм-множин було здійснено відповідно до робіт [8] (пункт 5.8.3 «Пріоритет небезпеки») і [3] (розділ 7, таблиця 5 «Сумісне завантаження в один вагон або контейнер»). Поділ класів небезпеки на чотири групи здійснено так: $\mu_{j_1}(j)$ – (класи 8, 9) – "низький ступінь"; $\mu_{j_2}(j)$ – (класи 4.3, 5.1) – "середній ступінь"; $\mu_{j_3}(j)$ – (класи 2, 3, 4.1, 4.2, 5.2, 6.1, 6.2, 7) – "високий ступінь"; $\mu_{j_4}(j)$ – (клас 1) – "надвисокий ступінь".

Графічне подання вищезазначених функцій належності нечіткої змінної g наведено на рисунку 10.2.

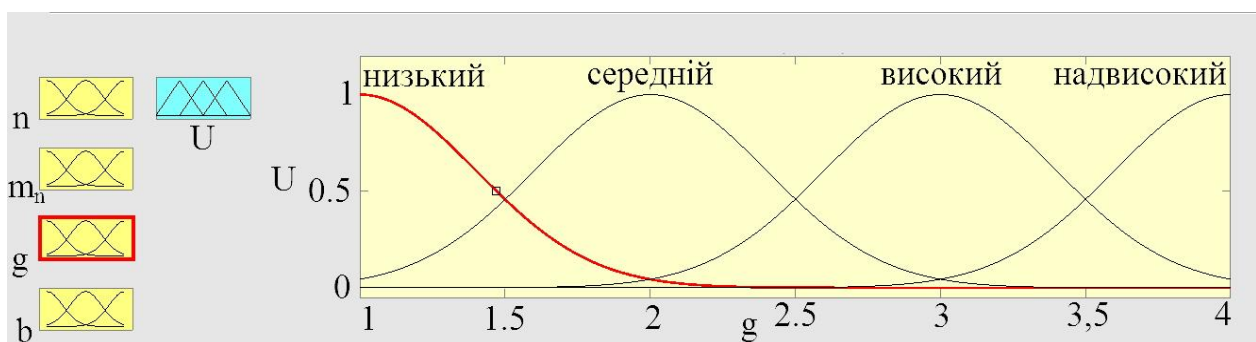


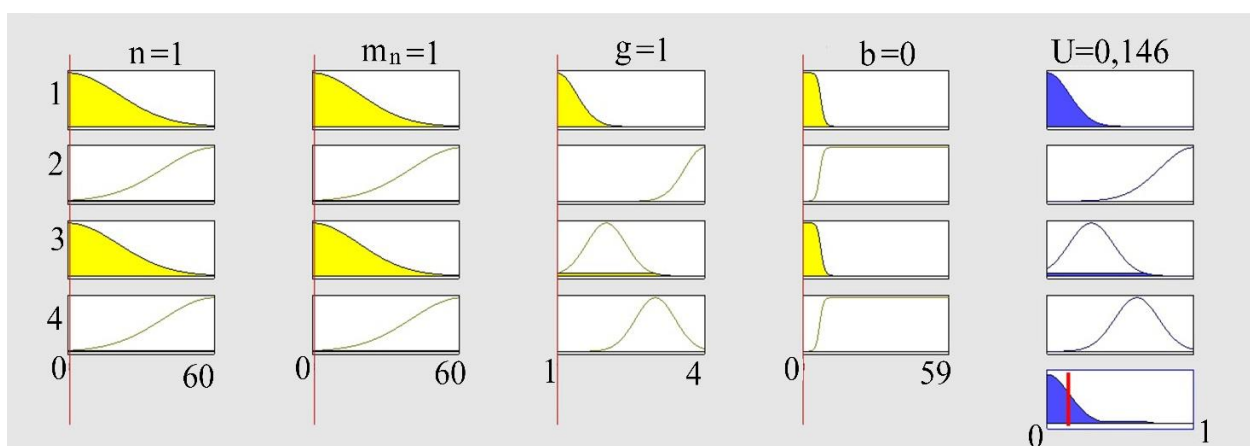
Рисунок 10.2 – Графічна інтерпретація формування функцій належності нечіткої змінної g

У термінах нечіткої логіки вираз комплексного критерію оцінювання наслідків аварійних ситуацій із небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом має вигляд

$$U = n \cup m_n \cup g \cup b. \quad (10.6)$$

Цей вираз в аналітичному вигляді свідчить про необхідність об'єднання визначених параметрів у єдину систему з метою досягнення кінцевої мети – мінімізації наслідків аварійної ситуації, обумовленої величиною ризику.

На рисунку 10.3 відтворено ситуацію, за якої у складі поїзда з небезпечними вантажами знаходиться один вагон з НВ. Це свідчить про те, що кількість груп таких вагонів також буде одна. Вхідний вектор запропонованої ситуації передбачає, що ступінь небезпеки групи, до якої віднесено вагон із НВ, має найнижчий рівень. Кількість випадків сумісного розташування вагонів різних груп небезпеки – мінімальна з можливих, тобто при одному вагоні і одній групі кількість небезпечних суміщень буде дорівнювати нулю.



Рисунку 10.3 – Результат моделювання за параметрів [1;1;1;0]

У результаті моделювання отримано нечіткий логічний висновок із значенням $U=0,146 \approx 0,1$, що свідчить про низький рівень умовної впевненості виникнення більш значних наслідків у результаті аварійної ситуації.

На рисунку 10.4 змодельовано найбільш несприятливу ситуацію, за якої в складі поїзда з НВ знаходиться максимальна (за умов сформованої моделі це значення дорівнює 60) кількість вагонів із небезпечним вантажем. Кількість груп вагонів із небезпечними вантажами в складі вантажного поїзда також максимальна (60 груп). Ступінь небезпеки груп, до яких віднесено вагони з небезпечними вантажами, має найвищий із можливих рівень, кількість же випадків сумісного розташування вагонів різних груп небезпеки в змодельованій ситуації має максимальне з можливих значень - на одну позицію менше, ніж кількість вагонів із небезпечним вантажем, а саме 59. У результаті отримано нечіткий логічний висновок зі значенням $U=0,805 \approx 0,8$, що свідчить про високий рівень умовної впевненості виникнення більш значних наслідків у результаті аварійної ситуації.

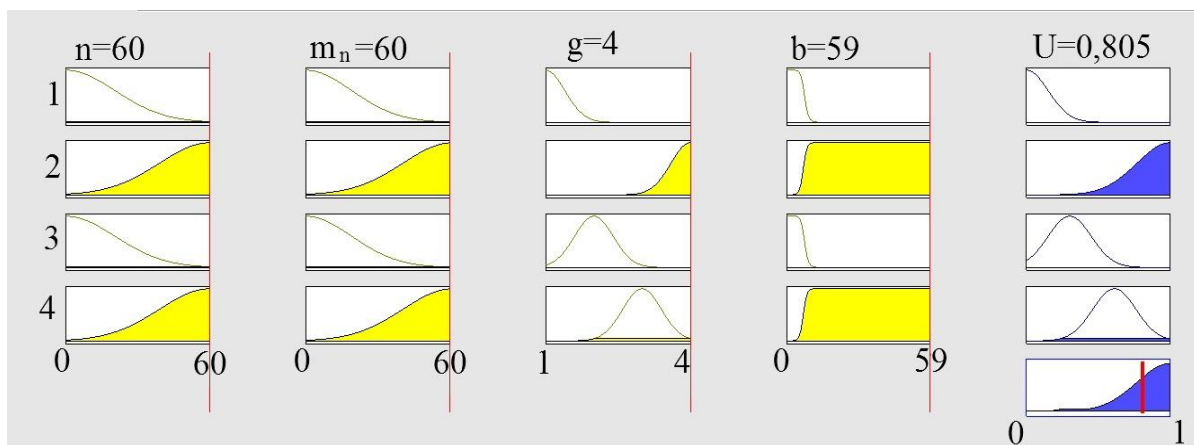


Рисунок 10.4 – Результат моделювання за параметрів [60;60;4;59]

З метою перевірки адекватного функціонування моделі наступний вектор вхідних даних сформовано з середніх значень. На рисунку 10.5

обрано вектор, який передбачає 20 груп вагонів із НВ, кількість вагонів із такими вантажами дорівнює 40. Визначена ситуація передбачає, що ступінь небезпеки груп, до яких віднесено вагони з небезпечними вантажами, має приблизно середній рівень, а кількість випадків сумісного розташування вагонів різних груп небезпеки має значення, яке дорівнює 10. У результаті отримано нечіткий логічний висновок зі значенням $U=0,569 \approx 0,6$, що свідчить про приблизно середній рівень умовної впевненості виникнення більш значних наслідків у результаті аварійної ситуації.

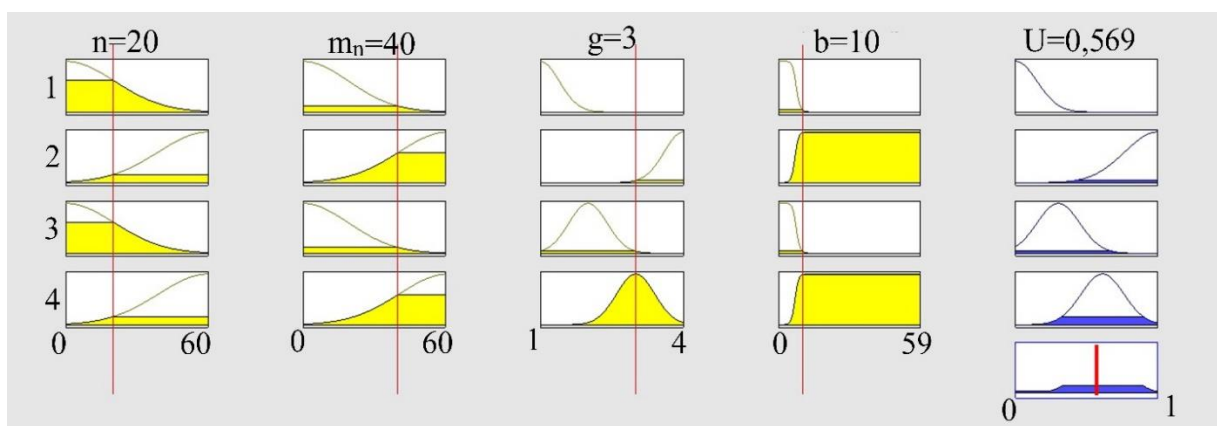


Рисунок 10.5 – Результат моделювання за параметрів [20;40;3;10]

З результатів моделювання впливає пряма залежність величини значень вхідних нечітких параметрів від величини значення умовної впевненості виникнення більш значних наслідків у результаті аварійної ситуації.

Тема 11. Принципи розроблення семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень

План лекції

11.1 Передумови для розроблення технології.

11.2 Абстрактне моделювання оперативних процесів.

11.1 Передумови для розроблення технології

Розвиток сучасних технологій у галузі залізничного транспорту відкриває шлях до створення автоматизованих систем управління, які спрямовані на оптимізацію роботи станцій та ефективне управління рухом поїздів. Однією з інноваційних технологій є системи аналізу та розпізнавання поїзних ситуацій із семіотичними елементами. Такі системи базуються на зборі та аналізі великого обсягу даних, а також моделюванні поїзних ситуацій, що дає змогу надавати оперативним працівникам станцій необхідну інформацію та рекомендації для прийняття ефективних управлінських рішень. Зазначені технології базуються на моделюванні когнітивних процесів прийняття рішення оперативними працівниками станцій (поїзний диспетчер, черговий по станції) для раціонального вирішення складних поїзних ситуацій, ураховуючи значну кількість факторів. Завдяки широкому спектру аналізу та реакції на потенційні ризики та небезпеки в реальному часі ці технології можна вважати ризик-орієнтованими.

Однією з актуальних проблем пропускання поїздів по мережі регіональних філій АТ «Укрзалізниця» є наявність одноколійних ділянок, на яких одночасне приймання або безупинне пропускання поїздів із протилежних напрямків не є можливим. Ця умова зумовлена забезпеченням безпеки руху.

З метою забезпечення руху за наявності одноколійних ділянок одночасне приймання або безупинне пропускання поїздів із протилежних напрямків не є можливим і регламентовано дотриманням спеціальних станційних інтервалів. Станційний інтервал неодночасного прибуття τ_{np} являє собою мінімальний проміжок часу від моменту прибуття поїзда на розмежувальний пункт до моменту прибуття чи прямування через певний пункт поїзда зустрічного напрямку.

На рисунку 11.1 відтворено схематичне подання τ_{np} (вимірюють у хвиликах) як елемента графіка руху поїздів.

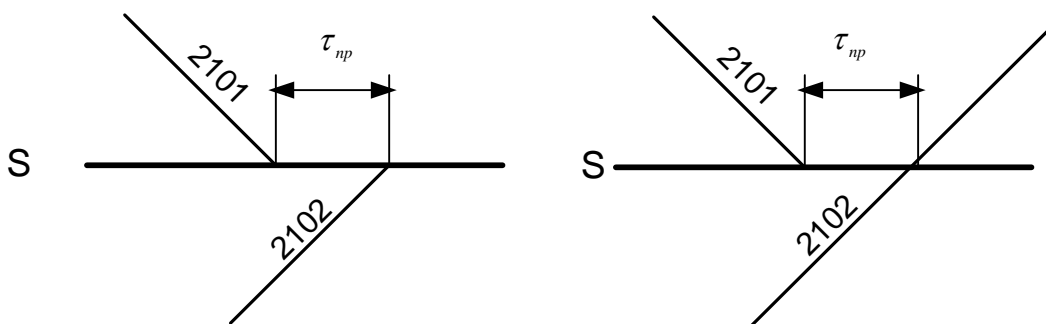


Рисунок 11.1 – Схематичне подання τ_{np} як елемента графіка руху поїздів

Рисунок відображує вхід непарного поїзда 2101 і парного поїзда 2102 на розмежувальний пункт S, а на рисунку 11.2 наведено візуальну інтерпретацію визначеної поїзної ситуації.

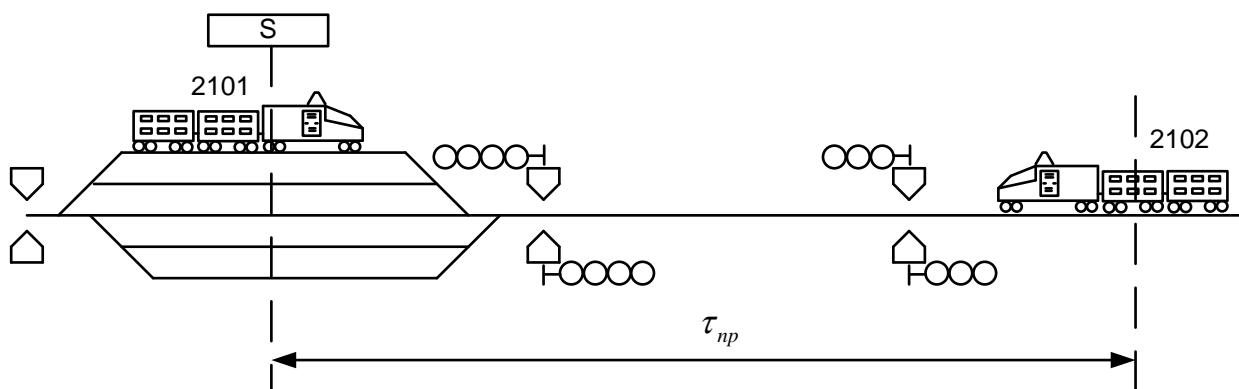


Рисунок 11.2 – Візуальна інтерпретацію станційного інтервалу τ_{np}

У цьому випадку дії ДНЦ і локомотивної бригади мають бути скоординованими чітко, оскільки $\tau_{np} \in [1;3]$. Через можливі збої в русі поїздів порушення інтервалу може призвести до значних затримок і, як наслідок, порушення виконання графіка руху поїздів (ГРП) у цілому. Така ситуація ускладнюється у випадку прямування вантажних поїздів із НВ. Тому швидке реагування на зміну оперативних обставин є основою мінімізації ризиків за прямування поїздів із НВ, особливо в умовах пасажирського руху. Слід зазначити, що разом із поїздами з НВ на залізниці курсують поїзди з негабаритними вантажами, підвищеної довжини, ваги, поїзди з вантажами з вичерпаним терміном доставлення.

Отже, важливим є наявність інтелектуальної технології прогнозування поїзних ситуацій.

11.2 Абстрактне моделювання оперативних процесів

Моделювання реальної поїзної ситуації наведеної на рисунках 11.3, 11.4 з метою її прогнозування та розв'язання в автоматизованому або автоматичному режимах проводять із застосуванням модифікації мови поїзних ситуацій (МПС) у вигляді абстрактного моделювання оперативних процесів (АМОП) [4].

Інтервал τ_{np} доцільно подати у вигляді предиката колізії неодночасного прибуття, який буде надавати безумовний пріоритет одному поїзду перед іншим щодо першочергового приймання або прямування через розмежувальний пункт у випадку зустрічного руху. Предикат колізії неодночасного прибуття β_{np} можна подати як

$$\beta_{np}(p_i, p_j, t_n), \quad (11.1)$$

де $p_i^{\dot{}}$ – умовне позначення поїзда, що рухається в бік розмежувального пункту з непарного напрямку;

$p_j^{\ddot{}}$ – умовне позначення поїзда, що рухається в бік розмежувального пункту з парного напрямку;

t_n – час виконання події (прибуття поїзда на станцію), год.

Абстрактна модель оперативного процесу прибуття поїздів протилежних напрямків на розмежувальний пункт у загальному вигляді

$$\beta_{np}(p_i^{\dot{}}, p_j^{\ddot{}}, t_n) \Rightarrow (p_i^{\dot{}} \chi_{\epsilon} s) \tau_{(\bullet)}(t_n) \& (p_j^{\ddot{}} \chi_{\epsilon} s) \tau_{(\bullet)}(t_n), \quad (11.2)$$

де χ_{ϵ} – відносна, яка характеризує подію знаходження певного об'єкта на визначеній інфраструктурній складовій (станція, колія, перегін);

s – позначення фізичної складової моделі як інфраструктурної складової залізничного підрозділу (залізнична станція);

$\tau_{(\bullet)}(t_n)$ – часова відносна, яка характеризує здійснення події в момент часу t_n .

Такий запис не відповідає визначеним умовам неодночасного прибуття і сенсу предиката колізії β_{np} [9], тому згідно з визначеними вимогами абстрактна модель оперативного процесу неодночасного прибуття поїздів із протилежних напрямків на розмежувальний пункт подана як

$$\beta_{np}(p_i^{\dot{}}, p_j^{\ddot{}}, t_n) \Rightarrow (p_i^{\dot{}} \chi_{\epsilon} s) \tau_{(\bullet)}(t_{n-1}) \& (p_j^{\ddot{}} \chi_{\epsilon} s) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}). \quad (11.3)$$

Відповідно до виразу (11.3)

$$\tau_{np} = (t_{n+1}) - (t_{n-1}). \quad (11.4)$$

Цей підхід значно спрощує інтелектуальне моделювання будь-яких транспортних процесів, в основу яких покладено елементи штучного інтелекту для подальшої автоматизації визначених процесів.

Як приклад змодельовано поїзну ситуацію, яка може виникнути в реальних оперативних обставинах при порушенні нормативного ГРП (НГРП).

На рисунку 11.3 відтворено приклад НГРП. Відповідно до цього фрагменту змодельовано варіант його реалізації, що передбачає пропускання наскрізного 2101 поїзда з зупинкою на станції S для подальшого схрещення з поїздом 2102.

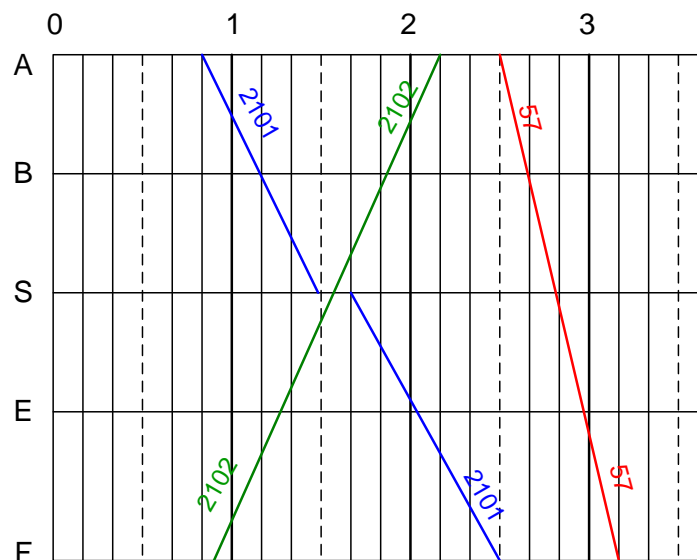


Рисунок 11.3 – Фрагмент чинного нормативного графіка руху поїздів

На визначений час по станції S змодельована оперативна ситуація (рисунок 11.4), яка умовно відображує дотримання розробленого НГРП з рисунка 11.3.

Ситуація на рисунку 11.4 відображує таке: непарний поїзд доцільно пропускати по головній колії I, проте по цій колії, за НГРП, буде здійснено

безупинне пропускання наскрізного вантажного поїзда 2102. За таких умов поїзд 2101 може бути прийнятим на третю або п'яту колію.

Однак третя колія зайнята вантажними вагонами (це можуть бути місцеві вагони під навантаження або під вивантаження), тому поїзд 2101 можна прийняти на п'яту вільну колію, яку можна використати відповідно до технічно-розпорядчого акта станції (ТРА), у тому числі для обслуговування пасажирського руху. Ця колія, як видно з рисунка 11.4, знаходиться біля пасажирської будівлі, розташованої з боку міста.

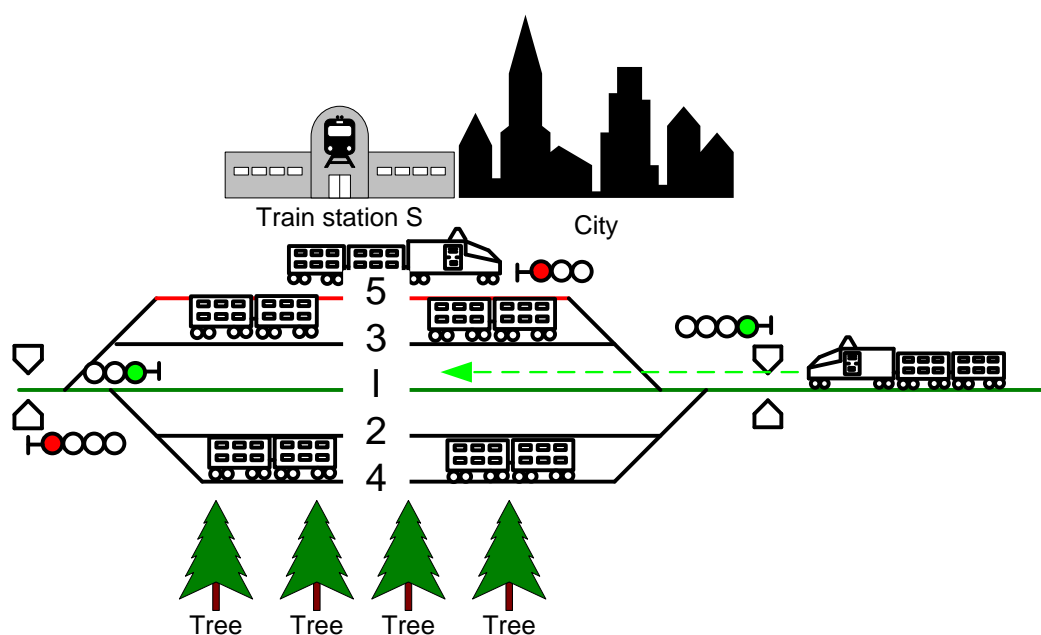


Рисунок 11.4 – Візуальна модель поїзного оперативного стану на станції S відповідно до чинного НГРП

Слід додати, що на рисунку 11.4 змодельований станційний стан відповідає НГРП з точки зору суворого дотримання розкладу руху всіх категорій поїздів, а також умові рівнозначності 2101 та 2102 поїздів (поїзди без особливих ознак, які розглядали раніше).

Така ситуація на станції може бути описана предикатом колізії β_{np} , який відповідає виразу (11.3). Для кожного з цих поїздів будуть застосовані відповідні модифікації базисних продукцій [9].

Для прогнозування підходу з наступним прийняттям поїзда 2101 на станцію під схрещення з зупинкою будуть застосовані продукції

$$(p_i \dot{\chi}_{\in d})\tau_n(t^\mu) \& (p_i \dot{\chi}_{\in d})\tau_\Delta(l) \Rightarrow (p_i \dot{\chi}_{\in d})\tau_k(t^\mu + l), \quad (11.5)$$

де $\tau_n(t^\mu)$ – момент часу початку виконання події;

$\tau_\Delta(l)$ – інтервал часу, протягом якого виконується визначена подія;

$$(p_i \dot{\chi}_{\in d})\tau_k(t^\mu) \& P_{vp}(d, t^\mu) \Rightarrow (p_i \dot{\chi}_{\in s})\tau_n(t^\mu), \quad (11.6)$$

де $\tau_k(t^\mu)$ – момент часу закінчення виконання події;

$P_{vp}(d, t^\mu)$ – предикат вільності перегону в момент часу t^μ .

Для прогнозування підходу з наступним пропусканням без зупинки поїзда 2102 по станції S будуть застосовані модифікації продукцій

$$(p_j \ddot{\chi}_{\in d})\tau_n(t^\mu) \& (p_j \ddot{\chi}_{\in d})\tau_\Delta(l) \Rightarrow (p_j \ddot{\chi}_{\in d})\tau_k(t^\mu + l), \quad (11.7)$$

$$(p_j \ddot{\chi}_{\in s})\tau_k(t^\mu) \& P_{vp}(d, t^\mu) \Rightarrow (p_j \ddot{\chi}_{\in d})\tau_n(t^\mu). \quad (11.8)$$

Слід зазначити, що оперативні обставини на лінійних залізничних підрозділах і полігонах постійно змінюються і можуть суттєво відрізнитися від планів, що були складені на зміну чи добу і тим більше на рік. За цих умов оперативний працівник, у цьому випадку поїзний диспетчер, повинен

прогнозувати наперед такі зміни, а в окремих випадках миттєво приймати обґрунтовані рішення оперативного корегування НГРП.

На рисунку 11.5 змодельовано фрагмент графіка виконаного руху поїздів, що відрізняється від раніше наведеного фрагменту НГРП. Поїзд 2101 відхилився на 10 хвилин від нормативного розкладу, також у його складі є вагони з НВ, про що свідчить відповідна позначка (2101нв).

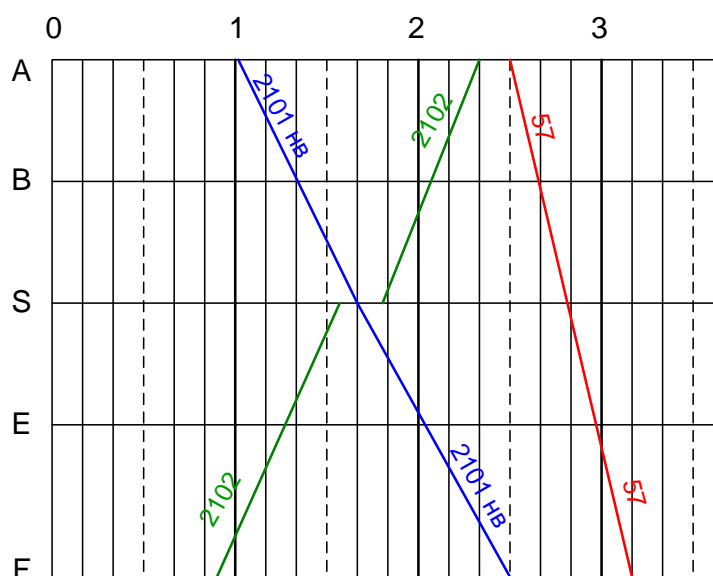


Рисунок 11.5 – Фрагмент графіка виконаного руху поїздів

Ситуація ускладнена, оскільки відповідно до ТРА станції S поїзди з небезпечними вантажами заборонено пропускати по п'ятій колії, оскільки її використовують для обслуговування пасажирського руху і вона розташована біля пасажирської будівлі (вокзалу), що близько до міста [10].

Поїзному диспетчеру необхідно відкорегувати ГРП так, щоб максимально забезпечити безпеку пасажирів і населення, але при цьому мінімально вплинути на загальну стратегію просування поїздів за напрямком, щоб запобігти ланцюговій реакції з завданням значних збитків.

На рисунку 11.6 відображено графічну інтерпретацію поїзного стану, що виник на станції S, який відповідає виконаному графіку руху поїздів відповідно до рисунка 11.5.

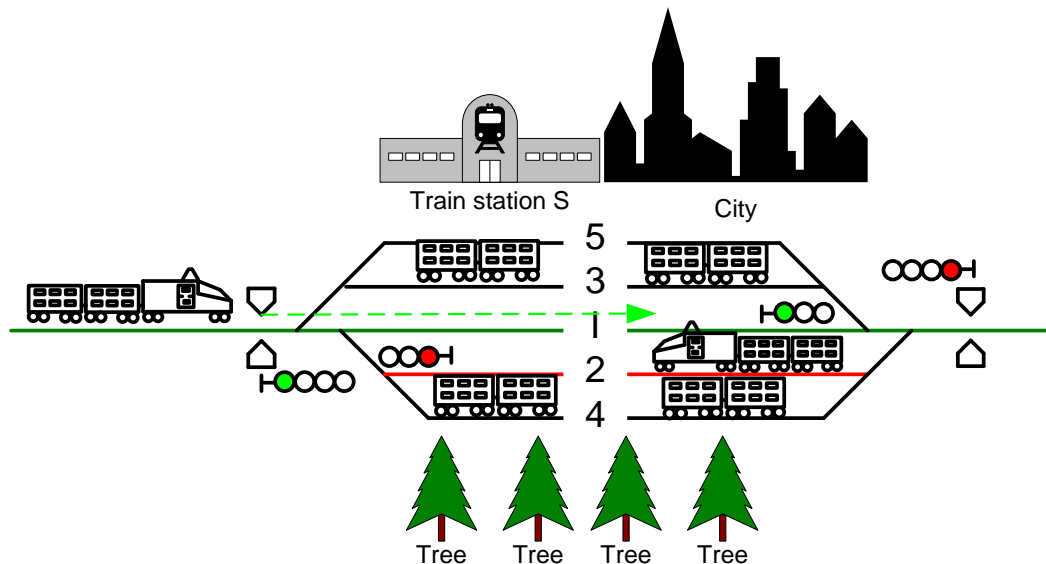


Рисунок 11.6 – Графічна інтерпретація поїзного стану по станції S відповідно до виконаного ГРП

У наведеній ситуації виконаного ГРП предикат колізії β_{np} може виражений як [11]

$$\beta_{np}(p_j^{\ddot{)}, p_i^{\dot{)}, t_n) \Rightarrow (p_j^{\ddot{)} \chi_{\in S}) \tau_{(\bullet)}(t_{n-1}) \& (p_i^{\dot{)} \chi_{\in S}) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}). \quad (11.9)$$

Відповідно до змін у НГРП у вигляді виконаного ГРП і предиката колізії β_{np} , наведеного у виразі (11.9), модифікації базисних продукцій для поїздів 2101нв і 2102 інтерпретовано так:

– для 2101нв продукція $p_i^{\dot{)}$, яка відповідає за закінчення руху по перегону, ідентична продукції (11.5), а продукція, яка описує початок руху зі станції буде мати такий вигляд:

$$(p_i \chi_{\in S}) \tau_k(t^\mu) \& P_{vp}(d, t^\mu) \Rightarrow (p_i \chi_{\in d}) \tau_n(t^\mu); \quad (11.10)$$

– для 2102 продукція p_j , яка відповідає за закінчення руху по перегону, ідентична продукції (11.7), а продукція, яка описує початок стоянки на станції S перед виконанням процедури схрещення з 2101нв, матиме такий вигляд:

$$(p_j \chi_{\in d}) \tau_k(t^\mu) \& P_{vp}(d, t^\mu) \Rightarrow (p_j \chi_{\in S}) \tau_n(t^\mu). \quad (11.11)$$

У такий спосіб змодельовано вирішення оперативної ситуації порушення НГРП, яка призвела до необхідності зміни порядку схрещення парного і непарного поїздів на залізничній станції S. Для оперативного вирішення ситуації, що виникла, було застосовано предикат колізії та модифіковані базові продукції. Однак такі інструменти не зможуть допомогти отримати адекватне рішення в тій ситуації, коли необхідно визначитися щодо черговості відправлення поїздів, які готові до відправлення зі станції в одному напрямку. На рисунку 11.7 відтворено довільний фрагмент НГРП, який відповідає вищеописаній ситуації.

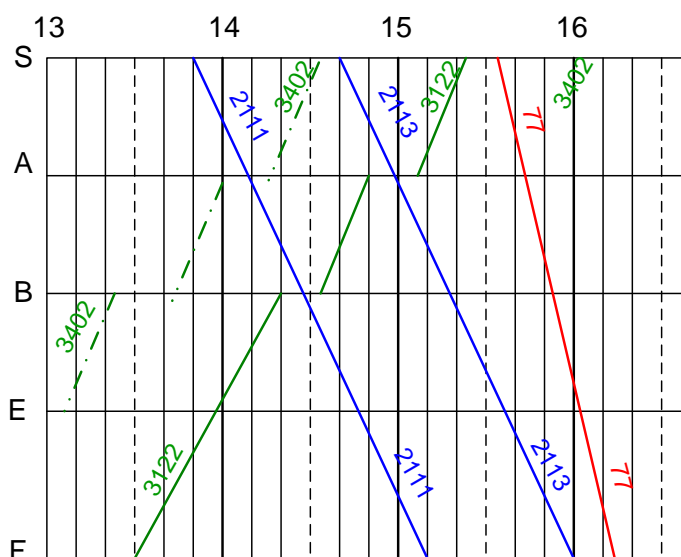


Рисунок 11.7 – Довільний фрагмент чинного НГРП

Оперативна станційна дислокація поїздів наведена на рисунку 11.8.

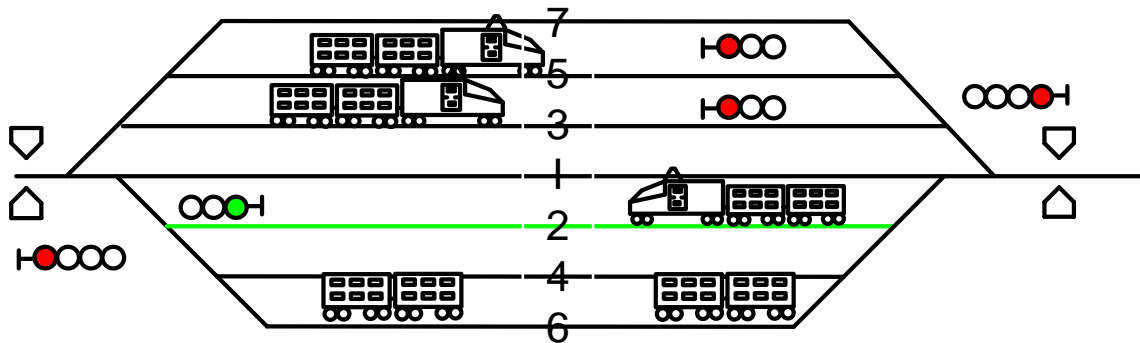


Рисунок 11.8 – Змодельована інтерпретація поїзного стану станції S з рисунком 11.7

Ситуація, відтворена на рисунку 11.7, впливає з того, що зі станції S мають бути відправлені два непарних наскрізних поїзди 2111 і 2113. Якщо поїзди, які стоять на третій і п'ятій коліях, мають рівні характеристики та пріоритети, то фактично неважливо, який саме з них підв'язати під ту чи іншу нитку ГРП. З огляду на зазначене можна використати модифіковану продукцію (11.6) до будь-якого з них.

Однак слід зазначити, що на залізниці оперативні обставини можуть суттєво відрізнятись від тих, які було заплановано на початку зміни, і тим більше від тих, які було визначено рік тому. За таких умов визначені продукції слід розширити за рахунок надання їм додаткових абстрактних конкретизацій.

Інтелектуальна семіотична ризик-орієнтована технологія повинна мати базу даних або базу знань для зберігання та обробки структурованих даних і роботи з неупорядкованими або напівструктурованими даними та знаннями з метою вирішення складних завдань і прийняття рішень, що будуть втілені оперативними працівниками залізничних станцій.

Тема 12. Формування бази даних семіотичної ризик-орієнтованої технології перевезень

База даних (англ. database) – це сукупність даних, організованих відповідно до концепції, яка описує характеристику цих даних і взаємозв'язки між їхніми елементами. Зазначена сукупність підтримує щонайменше одну зі сфер застосування (за стандартом ISO/IEC 2382:2015). Загалом база даних містить схеми, таблиці, збережені процедури, подання та інші об'єкти. Дані в базі організовують відповідно до моделі організації даних. Отже, сучасна база даних, крім самих даних, містить їхній опис і може містити засоби для їх обробки.

База знань (англ. knowledge base) – це система, яка зберігає, організовує та надає доступ до знань або інформації, яку можна використовувати для прийняття рішень або вирішення проблем. Вона включає не лише дані, а й правила, процедури, експертні знання та відносини між ними. Бази знань допомагають організаціям і користувачам ефективно використовувати знання для вирішення завдань, прийняття рішень і розвитку. Їх часто використовують у штучних інтелектуальних системах, експертних системах, системах управління знаннями та інших сферах, де важлива обробка та використання знань.

Слід зазначити, що база даних (БД) відповідно до необхідних завдань буде мати нормативно-довідковий характер про оперативний стан інфраструктурної складової, наявну документальну базу, а також типові або унікальні ситуації, які стануть основою прийняття рішення в поїзній оперативній ситуації на перегоні або станції [4].

БД сформовано поетапно, відображено у вигляді таблиць, які містять абстрактні формальні позначення з лінгвістичною транскрипцією та керуючими діями.

БД має передбачати забезпечення вирішення ситуацій просування поїздів із небезпечними вантажами як в умовах пасажирського руху, так і

при врахуванні наявності поїздів, які мають додаткові ознаки та потребують особливих умов пропускання по залізничних полігонах.

Додатковими ознаками виражено статичні та динамічні об'єкти. До статичних об'єктів віднесено залізничну станцію, станційні перегони та колії. Як динамічний об'єкт обрано поїзд.

Подамо додаткові ознаки залізничної станції S (таблиця 12.1) як

$$S \in \{s_1, s_2, \dots, s_g\}, \quad (12.1)$$

де s_1, s_2, \dots, s_g – у цьому випадку набір лінгвістичних ситуацій, які відображують і описують техніко-технологічний стан залізничної станції.

Таблиця 12.1 – Лінгвістичні значення абстрактних конкретизацій станційних станів S

Формальне позначення ситуації	Лінгвістична транскрипція	Дія
1	2	3
s_1	Станція діє за затвердженням «Технологічним процесом» за нормальних умов	Дозволено приймання поїздів на всі вільні колії згідно зі спеціалізацією
s_2	Станція діє в умовах порушення «Технологічного процесу» за нестандартних умов	Приймання поїздів на певні колії заборонено через виконання ремонтних робіт (закрито для руху поїздів парного напрямку)
s_3	Станція діє в умовах порушення «Технологічного процесу» за нестандартних умов	Приймання поїздів на певні колії заборонено через виконання ремонтних робіт (закрито для руху поїздів непарного напрямку)

Продовження таблиці 12.1

1	2	3
s_4	Станція діє за межами затвердженого «Технологічного процесу»	Рух поїздів по станції заборонено

У таблиці 12.1 наведено техніко-технологічні характеристики станції, які свідчать про можливість виконання поїзної роботи відповідно до технологічного процесу, а це означає, що вони відповідають умові достатнього набору базових ситуацій для подальшого використання в системі підтримки прийняття рішень. Однак визначена добірка базових абстрактних конкретизацій типу «ситуація–дія» не відповідає вимогам виконання конкретних дій з окремим об’єктом – залізничною колією. Колія ж може знаходитися в різних парках станції (транзитному або приймально-відправному). Вищезазначене продиктоване необхідністю і ґрунтується на тому, що за певних випадків, коли ситуаційний стан на станції відповідає s_1 , для диспетчерського персоналу не потрібно додаткових конкретизацій, і абстрактні формальні конструкції можуть бути зведені до мінімальних значень (вирази (11.1)–(11.11)). В інших випадках s_2 , s_3 , особливо s_4 , потрібні більш детальні конкретизації, пов’язані з визначенням дій у ситуації і станах кожної конкретної залізничної колії.

Множину базових ситуацій, які відповідають різним станам об’єктів, можна подати як

$$W \in \{w_1, w_2, \dots, w_m\}, \quad (12.2)$$

де w_1, w_2, \dots, w_m – у цьому випадку позначення ситуацій, які описують техніко-технологічні характеристики станційних колій (таблиця 12.2).

Таблиця 12.2 – Абстрактні конкретизації стану станційних колій W

Формальне позначення ситуації	Лінгвістична транскрипція	Дія
w_1	Усі колії на станції вільні	Дозволено приймання або пропускання поїздів усіх категорій
w_2	Колія вільна для пропускання пасажирських поїздів	Дозволено приймання або пропускання пасажирських поїздів
w_3	Колія вільна для пропускання вантажних поїздів	Дозволено приймання або пропускання вантажних поїздів
w_4	Колія вільна для пропускання вантажних поїздів із небезпечними вантажами	Дозволено приймання або пропускання вантажних поїздів із небезпечними вантажами
w_5	Колія вільна для пропускання вантажних поїздів із негабаритним вантажем	Дозволено приймання або пропускання вантажних поїздів із негабаритним вантажем
w_6	Колія вільна для пропускання вантажних довгосоставних поїздів	Дозволено приймання або пропускання вантажних довгосоставних поїздів
w_7	Усі колії на станції зайняті	Заборонено приймання та пропускання поїздів усіх категорій

У таблиці 12.2 наведено абстрактні конкретизації, які свідчать про конкретну можливість виконання дії залежно від стану колії. Ситуація w_7 свідчить про неможливість приймання або відправлення поїздів, оскільки всі колії станції зайняті. Такий стан трапляється рідко, однак можливий. Частіше можливо виникнення ситуації, за якої, наприклад, колія, призначена для приймання або пропускання вантажних поїздів із НВ, може

бути зайнята, тобто невиконання ситуації w_4 . Відповідно до цього з метою коректного визначення максимальної кількості базових ситуацій, які дають змогу в подальшому адекватно визначати і прогнозувати стратегію поведінки для диспетчерського персоналу, необхідно розробити антагоністичні ситуації ситуаціям набору W і позначити їх W' . Відповідно до обраного способу позначень ситуація w_4' буде описувати той стан, за якого колія для пропускання або приймання поїздів із НВ відсутня. У такий спосіб визначено базові ситуації станційної інфраструктури.

В оперативних умовах характеристика перегонів може відігравати остаточну роль при прийнятті рішення щодо черговості прийняття поїздів на станцію. Тому множину станів перегону подамо як

$$D \in \{d_1, d_2, \dots, d_c\}, \quad (12.3)$$

де d_1, d_2, \dots, d_c – множина ситуацій, які описують стан прилеглих перегонів (таблиця 12.3).

Таблиця 12.3 – Абстрактні конкретизації стану прилеглих до станції перегонів D

Формальне позначення ситуації	Лінгвістична транскрипція	Дія
1	2	3
d_1	Без ознак	Дозволено пропускання поїздів усіх категорій без обмежень
d_2	Перегін розташований під ухилом у бік станції (спуск)	Доцільно приймання або пропускання поїздів на колії з виходом на тупикові колії
d_3	Перегін розташований на підйомі в бік станції	Заборонено затримувати біля вхідного сигналу поїзди підвищеної ваги

Продовження таблиці 12.3

1	2	3
d_4	На перегоні встановлено обмеження швидкості	Віддати перевагу поїздам, що відстають від розкладу руху
d_5	Перегін для руху поїздів закритий	Заборонено пропускання поїздів усіх категорій

Отже, було визначено основні базові ситуації, які описують техніко-технологічні параметри всіх інфраструктурних складових, що є статичними, у вигляді абстрактних конкретизацій.

Доцільно визначити аналогічні абстракції типу «ситуація–дія» для мобільних транспортних одиниць, тобто поїздів, як

$$Z \in \{z_1, z_2, \dots, z_b\}, \quad (12.4)$$

де z_1, z_2, \dots, z_b – множина ситуацій, які описують стан поїзда або його ознаки (таблиця 12.4).

Таблиця 12.4 – Абстрактні конкретизації мобільних транспортних одиниць Z

Формальне позначення ситуації	Лінгвістична транскрипція	Дія
1	2	3
z_1	Без ознак	Поїзд без пріоритетів може бути прийнятий або відправлений в останню чергу
z_2	Пасажирський поїзд	Прийняти поїзд за виконання умови w_2
		Відправити поїзд за виконання умови d_1, d_2, d_3, d_4

Продовження таблиці 12.4

1	2	3
z_3	Вантажний поїзд із небезпечним вантажем	Прийняти поїзд за виконання умови w_4
		Відправити поїзд за виконання умови d_1, d_2, d_3, d_4
z_4	Вантажний поїзд підвищеної ваги	Пріоритетне прийняття поїзда за настання умови d_3
		Пріоритетне відправлення поїзда за настання умови d_3 при виїзді зі станції та d_1, d_2, d_4 у будь-якому іншому випадку
z_5	Вантажний поїзд підвищеної довжини	Прийняти поїзд за виконання умови w_6
		Відправити поїзд за виконання умови d_1, d_2, d_3, d_4
z_6	Вантажний поїзд із негабаритним вантажем	Прийняти поїзд за виконання умови w_5
		Відправити поїзд за виконання умови d_1, d_2, d_3, d_4
z_7	Вантажний поїзд, у складі якого є вагони з вантажем із порушеним терміном доставлення	Поїзд має пріоритет перед z_1 і може бути прийнятий у першу чергу
		Відправити поїзд за виконання умови d_1, d_2, d_3, d_4

На цьому етапі визначено всі необхідні ситуаційні параметри статичних і динамічних об'єктів, які знадобляться для побудови абстрактних конструкцій з метою опису реальних поїзних оперативних станів і формування поїзних стратегій на періоди різного темпорального рівня. Отже, сформовано базу даних із елементами бази знань, яка є основою надання більш конкретних ознак абстрактним формальним визначенням. Це дасть можливість оперативним працівникам залізничних станцій формувати

поїзну стратегію ґрунтуючись на урахуванні максимальної кількості ознак, які впливають на безпеку.

Визначена база даних з елементами бази знань дає можливість у комплексі з раніше визначеним предикатом (тема 11) вирішити оперативне завдання, змодельоване на рисунках 13.2, 13.3, за умови надання поїздам 2111 і 2113 додаткових характеристик, які було визначено при їх формуванні. Тобто ці поїзди набули певних унікальних характеристик. За додатковими умовами поїзд 2111, що знаходиться на третій колії станції S, містить у своєму складі вагони з НВ. До того ж в оперативних умовах з'ясовано, що в складі цього ж поїзда є вагони з терміном, що спливає. Поїзд 2113, який знаходиться на п'ятій колії, не має додаткових ознак, тобто «без ознак».

У загальному вигляді черговість відправлення поїздів зі станції S, як абстрактних конструкцій, може бути подана як [11]

$$\gamma_s(p_i, p_j, t_n) \Rightarrow (p_i \chi_{\epsilon} d) \tau_{(\bullet)}(t_n) \& (p_j \chi_{\epsilon} d) \tau_{(\bullet)}(t_n). \quad (12.5)$$

Для конкретних оперативних умов вираз (12.5)

$$\gamma_s(p_i, p_j, t_n) \Rightarrow (p_i \chi_{\epsilon} d) \tau_{(\bullet)}(t_{n-1}) \& (p_j \chi_{\epsilon} d) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}). \quad (12.6)$$

Однак вираз (12.6) не відтворює причинний і послідовний зв'язок такої черговості відправлення поїздів, який був описаний раніше в лінгвістичній формі. Тому детальна оперативна абстрактна команда на першочергове відправлення поїзда 2111 у вигляді предиката колізії неодночасного відправлення набуває такого вигляду (у виразі поїзд 2111 закодовано оператором p_i)

$$\gamma_e(p_i, p_j, t_n) \Rightarrow (p_i[z_3 + z_7] \chi_{\in d_1}) \tau_{(\bullet)}(t_{n-1}) \& (p_j[z_1] \chi_{\in d_1}) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}). \quad (12.7)$$

Цей запис в абстрактній формі описує когнітивний процес прийняття рішення ДНЦ, який починається з аналізу ГРП на рисунку 11.8. Тобто вираз (12.7) у повному обсязі описує складний процес, який у вигляді програмного коду важко реалізувати як з точки зору сприйняття, так і семантики запису.

Аналіз попередніх конкретних оперативних поїзних ситуацій свідчить про великий спектр можливих варіантів оперативних поїзних станів, складність і значну кількість варіантів їх вирішення. Тому доцільно сформуванню елемент бази знань оперативних поїзних станів. З цією метою необхідно обрати спосіб формування зазначеної БЗ.

Спосіб формування зазначених елементів БЗ передбачає ієрархічне упорядкування абстрактних конкретизації мобільних транспортних одиниць Z (поїздів) залежно від складності поїзних оперативних станів. Візуальну інтерпретацію ієрархічного упорядкування подано у вигляді чотирирівневої системи (таблиця 12.5).

Таблиця 12.5 – Інтерпретація ієрархічного упорядкування пріоритетів просування поїздопотоків

Позначення рівня пріоритету	Код абстрактної конкретизації мобільних транспортних одиниць
I рівень	z_2
II рівень	z_3
III рівень	z_4, z_5, z_6, z_7
IV рівень	z_1

На першому рівні ієрархічної системи визначення пріоритетів просування поїздопотоків знаходяться пасажирські поїзди z_2 , тому що саме пасажирським поїздам в умовах вантажного руху на АТ «Укрзалізниця» надають перевагу. На другому рівні, з точки зору забезпечення високих

стандартів безпеки, містяться поїзди з небезпечними вантажами z_3 . На третьому рівні розміщено інші категорії поїздів z_4, z_5, z_6, z_7 . На четвертому, останньому, рівні розміщено мобільні транспортні одиниці без ознак, тобто z_1 . У подальшому для визначення першочерговості операцій за однакових абстрактних конкретизацій послідовність вибирають за умови більшої кількості конкретизацій, а за їхньої рівності – у довільній формі, яка максимально відповідає НГРП.

Визначена процедура дає можливість спрогнозувати порушення нормативного графіка руху поїздів, змодельовати когнітивний процес ДНЦ для раціонального вирішення складної поїзної ситуації в оперативних умовах при врахуванні значної кількості факторів.

Тема 13. Синергія ризик-орієнтованих технологій перевезень: від концепції до практики

Розглянувши ключові переваги технологічних базових модулів, потреба в їхньому синтезі в єдиний технологічний комплекс стає актуальною для досягнення максимального синергетичного ефекту [12]. Синергетичний ефект від синтезу технологій може призвести до мінімізації ризиків шляхом оптимізації процесів і використання синергії між різними складовими системи.

У загальному вигляді синергетичний ефект Ψ може бути поданий як

$$\Psi = C(v) \cup \theta(S, W, D, Z), \quad (13.1)$$

де $\theta(S, W, D, Z)$ – набір правил і баз знань семіотичного синтаксису, який є основою АМОП.

Для отримання Ψ необхідно:

- на першому етапі описати ризик-орієнтовану технологію формування поїзда з НВ в умовах автоматизованих робочих місць оперативного персоналу (АРМ ДСЦ);
- другому етапі описати семіотичну ризик-орієнтовану технологію перевезень;
- третьому етапі провести синтез зазначених технологій у єдину екосистему АРМ оперативних працівників.

Основним користувачем ризик-орієнтованої технології формування поїзда з НВ на залізничній станції є маневровий диспетчер ДСЦ. Опис ризик-орієнтованої технології доцільно подати як послідовно-паралельні етапи або операції, які повинен виконати маневровий диспетчер в умовах її автоматизованої реалізації:

1 Маневровий диспетчер за допомогою автоматизованого робочого місця з'ясовує вагонний і поїзний стани по всіх коліях, на яких є поїзди з вагонами, завантаженими НВ різних класів і груп сумісності.

2 ДСЦ має використовувати темпоральні обмеження та вибирати глибину прогнозування часу надходження поїздів із вагонами з небезпечними вантажами на станцію з будь-яких напрямків, які в подальшому будуть брати участь у процесі розформування-формування.

3 Маневровий диспетчер при користуванні АРМ ДСЦ, на якому реалізовано ризик-орієнтовану модель, повинен вибрати опцію формування поїзда з дотриманням оптимального рівня експлуатаційних витрат і ризиків від можливої реалізації аварійної ситуації з техногенними наслідками, людськими жертвами.

4 Після розрахунку кількох варіантів, як без прогнозу надходження поїздів, так і з прогнозом надходження поїздів із вагонами, завантаженими

НВ, маневровий диспетчер вибирає найбільш доцільний до оперативних умов.

5 Далі маневровий диспетчер вибирає опцію формування сортувального листа, після чого передає цей лист черговому по гірці та маневровій бригаді, яка буде здійснювати процедуру розформування-формування.

6 Прогнозування часу закінчення формування та замовлення поїзного локомотива в локомотивного диспетчера через ДНЦ.

7 Функціонування ризик-орієнтованої моделі формування «достатньо безпечного» поїзда з небезпечними вантажами припиняється, і має функціонувати окремий модуль вибору безпечного маршруту прямування. В основу цього модуля необхідно покласти інформацію статистичного характеру, нормативно-довідкового характеру та про оперативний стан з маршруту прямування поїзда (засоби управління рухом поїздів і зв'язку, кількість колій на перегонах, наявність кількості великих населених пунктів, пасажиропотік, час доби).

8 Відправлення поїзда сформовано зі станції формування згідно з вибраним маршрутом.

Відповідно до вищезазначеної етапності на рисунку 13.1 як приклад сформовано графічний інтерфейс автоматизованого робочого простору.

Далі доцільно описати семіотичну ризик-орієнтовану технологію перевезень із метою активного моніторингу, забезпечення постійного контролю та зниження рівня ризику при просуванні поїздопотоків. Основним користувачем такої технології перевезень є поїзний диспетчер ДНЦ. Тому доцільно виконати опис співставленням і деталізацією дій ДНЦ в умовах АРМ.

Візуальну схему станційного інтервалу попутного прямування наведено на рисунку 13.2. Такий інтервал – це мінімальний проміжок часу між відправленням двох поїздів один за одним у попутному напрямку з однієї й тієї самої станції відправлення на одну й ту саму станцію приймання.

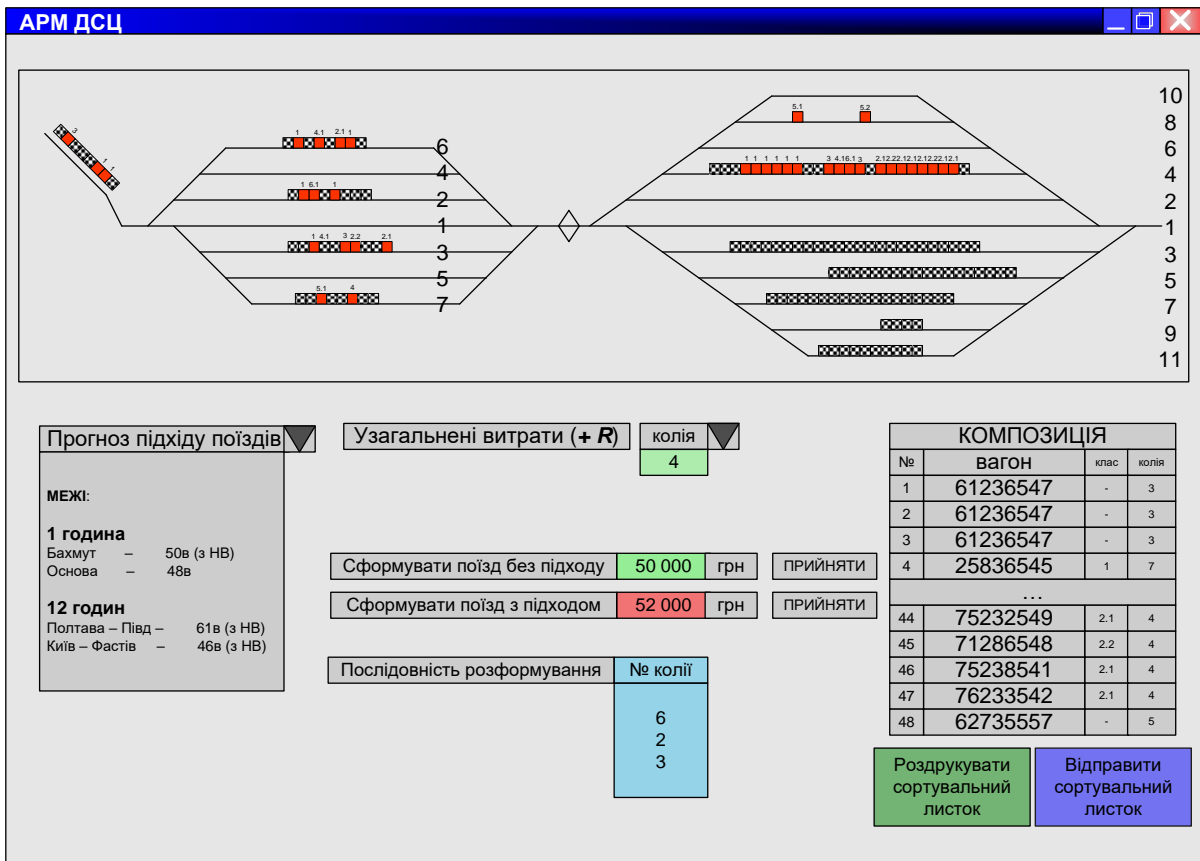


Рисунок 13.1 – Приклад графічного інтерфейсу автоматизованого робочого простору АРМ ДСЦ

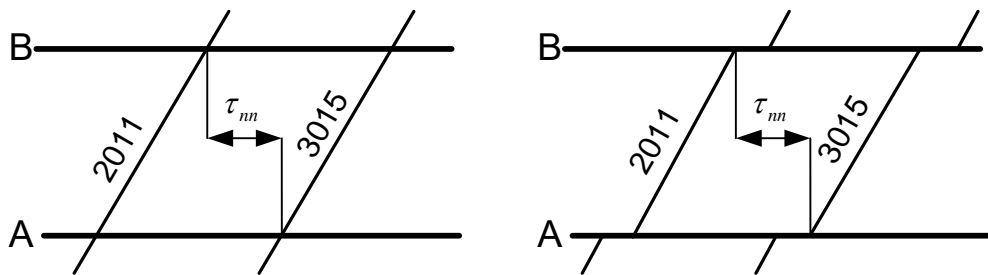


Рисунок 13.2 – Схематичне подання τ_{nn} як елемента графіка руху поїздів

На рисунку 13.3 виконано дешифрування інтервалу попутного прямування.

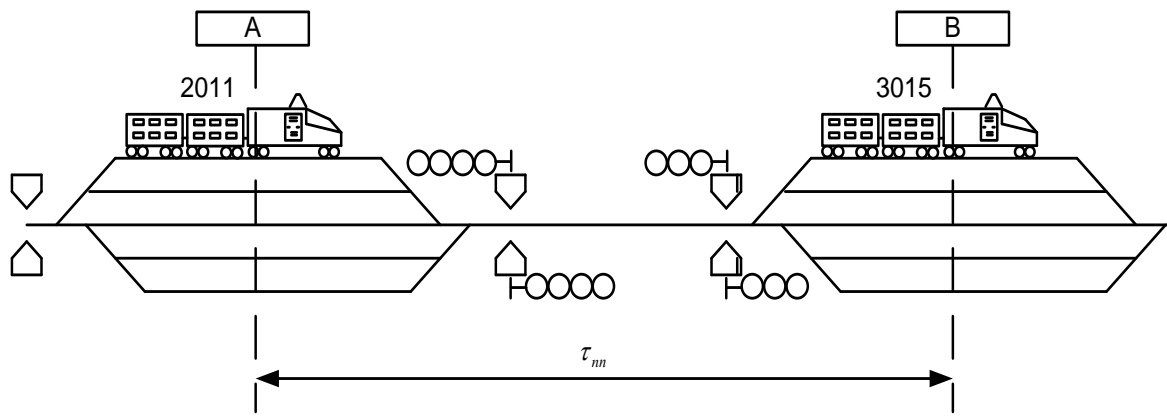


Рисунок 13.3 – Візуальна інтерпретація станційного інтервалу τ_{nn}

Поїзний диспетчер дає команду черговому по станції (ДСП) відправити дільничний поїзд без ознак 3015 зі станції А на станцію В. Після прибуття поїзда 3015 на станцію А в момент часу $\tau_{(\bullet)}(t_n)$ ДНЦ дає команду ДСП станції А відправити поїзд 2011 з небезпечними вантажами на станцію В в час $\tau_{(\bullet)}(t_{n+1})$.

Формальну абстракцію першого роду предиката попутного прямування, який повною мірою буде відтворювати попередній запис, відображено так:

$$\beta_{nn}(p_i, p_j, t_n) \Rightarrow (p_i \chi_{\in d}) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}) \& (p_j \chi_{\in s}) \tau_{(\bullet)}(t_n). \quad (13.2)$$

При виконанні такої роботи слід розрізняти перший і другий рід предикатів у тому розумінні, що перший рід відповідає формальному поданню без абстрактних конкретизацій із бази даних, а другий рід передбачає формальний опис дій диспетчера в термінах АМОП при застосуванні баз даних. Станція В відповідає станції s ; поїзд p_j відповідає цифровому коду 3015; поїзд p_i відповідає цифровому коду 2011. В умовах моделювання ситуації прийнято, що поїзд 2011 прямує з вагонами,

завантаженими небезпечними вантажами, а поїзд 3015 – без ознак, тобто в складі цього поїзда є вагони, крім вагонів із НВ, негабаритних і з терміном доставлення, що закінчується.

Формальну абстракцію другого роду предиката попутного прямування, яка повною мірою відтворює запис (13.2), при застосуванні бази даних у розгорнутому вигляді можна записати як

$$\beta_m(p_i, p_j, t_n) \Rightarrow (p_i [z_3] \chi_{\in d}) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}) \& (p_j [z_1] \chi_{\in s}) \tau_{(\bullet)}(t_{n+1}). \quad (13.3)$$

На рисунку 13.4 відтворено графічне подання предиката колізії станційного інтервалу попутного прямування.

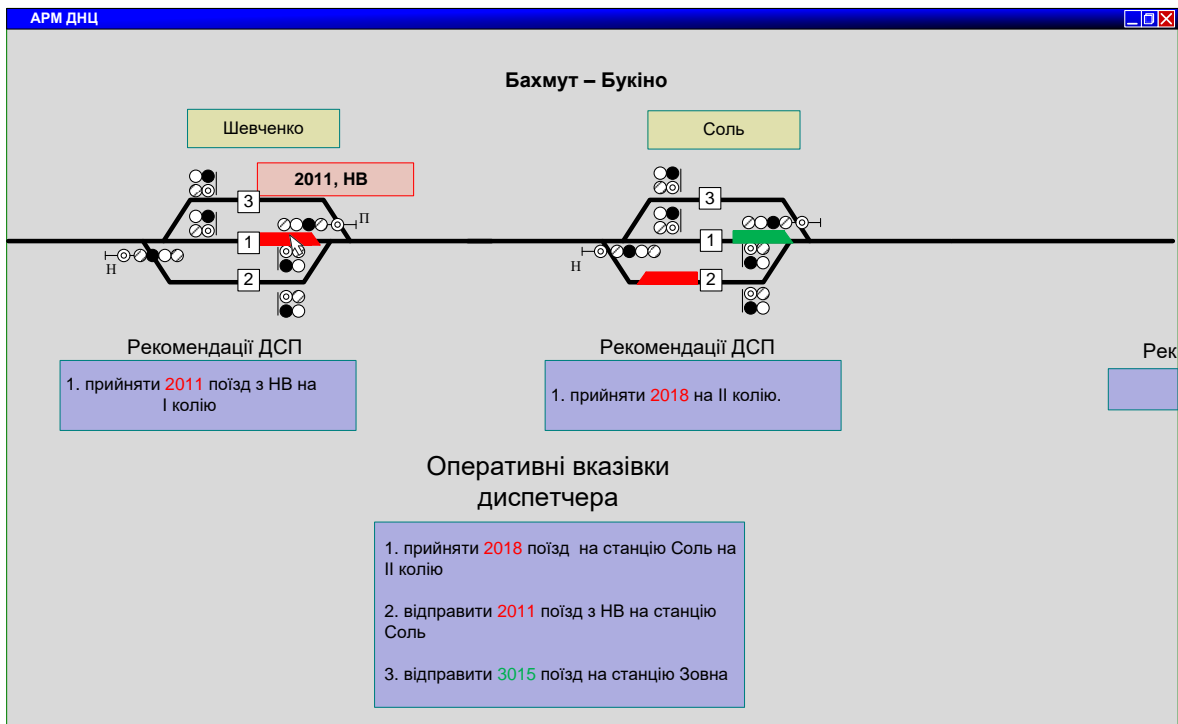


Рисунок 13.4 – Приклад графічного інтерфейсу автоматизованого робочого простору АРМ ДНЦ за реалізації β_m

Ув'язка в єдиний комплекс двох масштабних, але локальних технологій має починатися з об'єкта, де зароджується вагонопотік, а саме на залізничній станції. Однак для досягнення переваг системності чи отримання максимального синергетичного ефекту необхідно роботу такого лінійного об'єкта розглядати з позиції верхніх рівнів ієрархічного управління – ДНЦ.

Відповідно до цього постає необхідність формування структурної схеми взаємодії АРМ ДСЦ та АРМ ДНЦ в умовах комплексної інтелектуальної ризик-орієнтованої технології формування та активного моніторингу за просуванням поїздопотоків.

На рисунку 13.5 наведено загальну схему синтезованої технології, яка передбачає наявність внутрішньосистемних зв'язків на різних рівнях ієрархії оперативного управління перевезеннями.

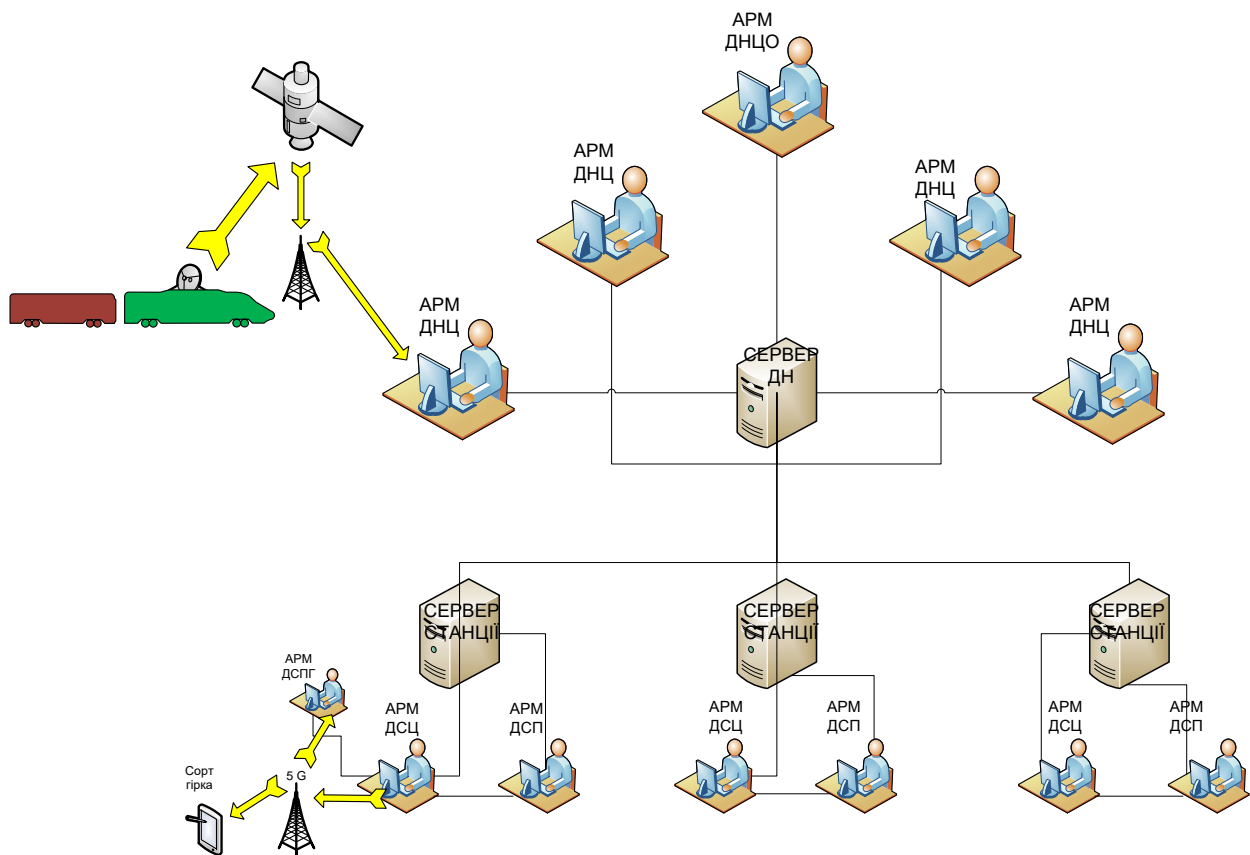


Рисунок 13.5 – Загальна схема синтезованої ризик-орієнтованої технології формування та просування поїздопотоків

Опис технології починається з нижнього диспетчерського рівня управління. На цьому рівні знаходиться посада маневрового диспетчера. Відповідно до своїх посадових прав та обов'язків ДНЦ аналізує поїзний стан по станції та прогнозує підхід поїздів різної темпоральної глибини. Після наради з ДНЦ маневровий диспетчер ухвалює рішення про формування поїзда, у складі якого є вагони з небезпечними вантажами. Після рішення про те, на якій спеціалізованій колії сортувального парку буде відбуватися формування поїзда, ДСЦ в оригінальному діалоговому вікні, приклад якого наведений на рисунку 13.1, вибирає її серед загального переліку опцій за допомогою маніпулятора миша.

Після того як вибрано варіант «сформувати поїзд без підходу», ДНЦ натискає віртуальну кнопку «Прийняти». Після натискання цієї кнопки починає роботу ризик-орієнтовна модель, у результаті чого в автоматичному режимі отримують раціональну композицію «достатньо безпечного» поїзда з небезпечним вантажем. Така композиція подана у вигляді сортувальних листів поїздів, які знаходяться в спеціалізованих парках. Композиція раціонального складу поїзда відображується в робочій області електронного інтерфейсу. Маневровий диспетчер ретельно аналізує композицію та послідовність розформування поїздів, які знаходяться в парку приймання станції; якщо ДСЦ погоджується з логікою формування поїзда з небезпечним вантажем, то він натискає віртуальну кнопку «Роздрукувати сортувальний лист» або «Відправити сортувальний лист».

Після отримання композиції «достатньо безпечного» поїзда та порядку розформування складів складач поїздів дає команду машиністу маневрового локомотива заїхати на визначену колію в парку приймання. Далі виконують процедуру розпуску состава з гірки відповідно до технології станції, яка відтворена в технологічному процесі роботи станції. Після закінченні повного циклу процедури розформування і формування складів поїздів для накопичення вагонів на состав «достатньо безпечного»

поїзда з небезпечними вантажами відповідно до визначеної композиції складач поїздів доповідає маневровому диспетчеру про закінчення формування. ДСЦ заздалегідь для такого поїзда замовляє поїзний локомотив через ДНЦ і локомотивного диспетчера (ТНЦ). Поїзний локомотив заїжджає під сформований состав. У цей час ДНЦ виконує процедуру підв'язки поїзда під відповідну нитку графіка руху поїздів.

Рішення про відправлення сформованого поїзда в умовах функціонування АРМ ДНЦ приймає в автоматизованому режимі. На рисунку 13.4 наведено приклади реалізації технології, яка в режимі реального часу надає оперативному диспетчерському персоналу керуючі вказівки про стратегію поведінки при вирішенні завдання безпечного та раціонального пропускання поїздопотоків із небезпечними вантажами у вигляді предикатів колізій.

Отримавши від інтелектуального модуля вказівку «прийняти 2011 поїзд із небезпечними вантажами на І колію», ДНЦ передає вказівку ДСП про необхідність приготування маршруту приймання для зазначеного поїзда. Після приймання поїзда на станцію Шевченко (рисунок 13.4) знову починається логічний модуль інтелектуальної системи. Результатом роботи модуля є рішення «відправити 2011 поїзд із небезпечними вантажами на станцію Соль». Рішення формують на основі бази даних з елементами бази знань.

Отже, реалізація семіотичної технології активного моніторингу починається з моменту готовності состава з небезпечними вантажами до відправлення, а найбільший ефект від її застосування може бути досягнутий за умови реалізації ризик-орієнтованої технології формування поїздів із НВ.

Тема 14. Страхування: сутність, функції та роль в управлінні ризиками

Усвідомлення ризиків та управління ними стають ключовими аспектами будь-якої діяльності, особливо в галузі перевезень. У рамках дисципліни «Ризик-орієнтовані технології перевезень» досліджують комплексний підхід до управління ризиками на залізничному транспорті. Одним із ключових елементів цього підходу є страхування, яке відіграє важливу роль у захисті від негативних наслідків ризикованих ситуацій. Розгляд питань страхування допоможе краще зрозуміти та ефективно управляти ризиками, пов'язаними з перевезеннями залізничним транспортом.

Роль страхування в управлінні ризиками полягає у зменшенні фінансових втрат, які можуть виникнути внаслідок негативних подій. Це у свою чергу забезпечує фінансову стабільність і захищає від непередбачуваних обставин. У контексті перевезень на залізничному транспорті, страхування може компенсувати витрати, пов'язані з аваріями, крадіжками, пошкодженням вантажу тощо, зменшуючи тим самим фінансовий ризик для учасників перевезень.

Офіційне визначення поняття страхування наведено в Законі України «Про страхування» [13]: «Страхування – це вид цивільно-правових відносин щодо захисту майнових інтересів громадян і юридичних осіб у разі настання певних подій (страхових випадків), визначених договором страхування або чинним законодавством, за рахунок грошових фондів, що формуються шляхом сплати громадянами та юридичними особами страхових платежів (страхових внесків, страхових премій) і доходів від розміщення коштів цих фондів».

У законодавстві визначено основні складові терміна «страхування». Це насамперед його мета, яка полягає в захисті майнових інтересів фізичних

і юридичних осіб. Зазначено, що захист надають у випадку конкретних подій, перелік яких визначений чинним законодавством або страховими договорами. Також виокремлюють джерела фінансових ресурсів, які використовують для страхових виплат.

Об'єктами страхування (англ. *object of insurance*) можуть бути майнові інтереси, пов'язані:

- з життям;
- здоров'ям;
- працездатністю;
- володінням, користуванням чи розпорядженням майном;
- відшкодуванням страхувальником заподіяної ним шкоди іншій особі чи майну іншої особи.

Основними суб'єктами страхування є:

- страховики;
- страхувальники;
- застраховані.

Страховиками є спеціальні організації, що створені у формі акціонерного, командитного чи повного товариства і мають право на здійснення страхової діяльності за наявності відповідної ліцензії, отриманої в установленому порядку.

Страхувальники – це юридичні та дієздатні фізичні особи, які уклали зі страховиком угоду про страхування або визнані страхувальниками згідно з чинним законодавством. Наявність угоди страхування може бути підтверджена страховим полісом або сертифікатом.

Застрахований – це юридична або фізична особа, яка має право на отримання страхової виплати в разі настання страхового випадку. Застрахована особа може одночасно бути страхувальником, якщо вона сплачує страхові внески відповідно до умов особистого страхування.

Слід зазначити, що страхування є своєрідним механізмом передавання ризику від страхувальників до страховика за збитки, заподіяні ним унаслідок настання несприятливих подій. Сутність же страхування полягає в його функціях:

- ризикова;
- попереджувальна;
- ощадна;
- контрольна.

Ризикова функція страхування полягає в тому, щоб передати страховику за визначену плату матеріальну відповідальність за наслідки збитку, спричиненого непередбаченими подіями, перелік яких визначений законодавством або угодою про страхування. Чим вищий рівень ризику, тим вища вартість страхового покриття. У процесі виконання цієї функції страховик компенсує збитки постраждалим від страхової події та сприяє відновленню їхніх продуктивних зусиль або добробуту. Цю функцію також називають відновлюваною.

Попереджувальна, її ще називають превентивною, функція страхування - впровадження комплексу заходів, спрямованих на уникнення страхових випадків і зменшення наслідків негативних подій. Ці заходи можуть включати фінансування дій для запобігання або зменшення втрат від нещасних випадків чи аварій, а також виконання правових вимог, передбачених законодавством або угодою страхування. Такий набір заходів спрямований на попередження страхових випадків і зменшення їхнього впливу і відомий як превенція. Для виконання цієї функції страховик може виділити спеціальний фінансовий резерв на запобіжні заходи.

Ощадна функція застосована при особистому страхуванні громадян, що включає укладення угод, за якими передбачена виплата страхової суми застрахованій особі при досягненні нею певного віку або настанні конкретних подій.

Контрольна функція включає дотримання строгого цільового розподілу та ефективне використання коштів страхового фонду – здійснення фінансового страхового контролю відповідно до нормативних документів, що регулюють проведення страхових операцій, а також контроль страхувальника за дотриманням протипожежних норм і умов обслуговування застрахованого майна.

У деяких літературних джерелах [14] виділяють функцію створення страхових фондів (резервів) і їх використання. Можливість страхування з'являється тоді, коли у страхувальника є фінансові ресурси для компенсації збитків. Цей капітал формується з внесків страховиків у вигляді платежів за ризику, які беруть на себе страхові компанії.

Страхування включає систему перерозподілу збитків за допомогою спеціального страхового фонду, який формується за рахунок страхових внесків. Ці перерозподільні процеси виникають у процесі формування та використання цього фонду. Право на компенсацію збитків мають лише ті особи, які беруть участь у формуванні страхового фонду. Відшкодування збитків здійснюється фізичними або юридичними особами в межах укладених страхових договорів. Умови відшкодування збитків визначають страхові компанії на основі умов угоди страхування та регулює держава через ліцензування страхової діяльності.

Цей фонд може бути створений як за обов'язковою, так і добровільною угодою. Держава, керуючись економічними та соціальними умовами, регулює розвиток страхової справи у країні.

Також слід згадати інвестиційну функцію страхування, сутність якої полягає у вирішенні проблеми розміщення тимчасово вільних коштів у банківських та інших комерційних установах, інвестування в нерухомість, придбання цінних паперів і т. д. З розвитком страхового ринку механізми використання таких коштів будуть постійно удосконалюватися й розширюватися. У країнах із розвинутою ринковою економікою більшість

прибутку страховиків походить не від самої страхової діяльності, а інвестицій. Основна мета для страховиків – збільшення кількості страхувальників і використання зібраної страхової премії для інвестицій.

Доцільно перейти до основних понять у страховій справі.

Страховий захист (англ. *insurance protection*) – це відносини (економічні, перерозподільчі) щодо компенсації чи покриття втрат, завданих конкретним об'єктам: матеріальним цінностям, фізичним, юридичним особам, життю і здоров'ю громадян.

Страховий ризик – це конкретна подія, на випадок якої проводять страхування, визначена характеристиками ймовірності та випадковості її виникнення.

Страховий випадок – це подія, яка передбачена угодою страхування або законодавством і відбулася, у результаті чого страховик має зобов'язання виплатити страхову суму страхувальнику чи третій особі.

Страхова сума – це певна сума коштів, у межах якої страховик відповідно до умов угоди про страхування зобов'язаний здійснити виплату в разі настання страхового випадку, а також це сума, виплачувана за особисте страхування.

Страхове поле – це максимальна кількість об'єктів, яку можна застрахувати.

Страховий внесок – це сума коштів, яку страхувальник сплачує в обмін на покриття страхового ризику та забезпечення страхового захисту.

Страхове відшкодування – це грошова компенсація, яку страховик виплачує відповідно до умов договору страхування в разі настання страхового випадку в майновому страхуванні.

Страховий портфель – це фактична кількість застрахованих осіб, об'єктів або активних страхових договорів, що існують на певній території або підприємстві. Відношення страхового портфеля до страхового поля відображує ступінь охоплення страхового поля страховими послугами.

Страховий збиток – це сума, яку страховик визначає як вартість майна, яке було повністю втрачено або зазнало часткового збитку внаслідок страхової події.

Страхове забезпечення – це співвідношення між страховою сумою та ринковою вартістю застрахованого майна.

Страхова тарифна ставка – це визначена ціна за страховий ризик та інші витрати, які страховик зобов'язаний покрити у грошовому вираженні під час укладення договору страхування.

Тема 15. Страхування відповідальності залізниць

Правова база, яка визначає взаємовідносини залізничного перевізника з іншими учасниками процесу перевезення, включає:

- Закони України «Про транспорт», «Про залізничний транспорт»;
- Статут залізниць України, затверджений Кабінетом Міністрів України;
- інші акти законодавства України.

АТ «Укрзалізниця» виконує функції господарюючого суб'єкта і управляє процесом здійснення перевезень як у внутрішньому, так і міжнародному сполученні.

Згідно зі статтею 23 Закону України «Про залізницю» за незбереження (втрату, нестачу, псування і пошкодження) прийнятого до перевезень вантажу перевізники несуть відповідальність у розмірі фактично завданої шкоди, якщо не зможуть довести, що втрата, нестача, псування чи пошкодження сталися з незалежних від них причин.

Розмір відповідальності залізниці регульований статтею 13 Закону України «Про транспорт» і Статутом залізниць. Відповідно до статті 13 [15]

«відповідальність підприємств транспорту за невиконання або неналежне виконання зобов'язань щодо перевезення пасажирів, багажу, а також відповідальність перед пасажиром за несвоєчасне подання транспорту визначається кодексами (статутами) окремих видів транспорту та іншими законодавчими актами України».

Підприємство транспорту зобов'язано укласти договір страхування відповідальності за шкоду, заподіяну життю і здоров'ю пасажирів під час користування транспортом, і шкоду, заподіяну вантажу, багажу при перевезенні, за класами страхування 10, 11 і/або 12, визначеними статтею 4 Закону України «Про страхування». Порядок та умови такого страхування можуть визначати центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері транспорту, дорожнього господарства, туризму та інфраструктури за погодженням з Національним банком України.

Відповідальність перевізника у країнах ЄС визначена на основі Міжнародної конвенції про перевезення товарів по залізниці (COTIF). Застосування цієї конвенції обмежене і включає такі умови:

- діє лише тоді, коли країни відправлення та одержання вантажу обидві підписали конвенцію;
- поширюється тільки на основні магістральні залізниці Європи;
- позов може бути поданий лише до країн, де було завдано шкоди.

Обов'язкове страхування відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів регламентовано Законами України «Про страхування» від 4 жовтня 2001 р., «Про перевезення небезпечних вантажів» від 6 квітня 2000 р., Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового страхування відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів на випадок настання негативних наслідків під час перевезення небезпечних вантажів» від 1 червня 2002 р. № 733, Наказом Міністерства транспорту

України «Про здійснення контролю за наявністю договорів про страхування відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів» від 15 жовтня 2002 р. № 734.

Суб'єктами страхування відповідальності під час перевезення небезпечних вантажів є страхувальники, страховики і треті особи, які зазнали шкоди під час таких перевезень.

Страхувальники – це суб'єкти перевезення небезпечних вантажів:

– відправник небезпечного вантажу: юридична (резидент або нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), зазначена в перевізних документах, яка повинна підготувати і надати вантаж для перевезення;

– перевізник небезпечного вантажу: юридична (резидент або нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), яка здійснює перевезення небезпечного вантажу;

– одержувач небезпечного вантажу: юридична (резидент або нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), зазначена в перевізних документах, яка одержує небезпечний вантаж від перевізника.

Страхувальником може бути особа, яка виконує експедиторські функції за згодою перевізника.

Страховиками є юридичні особи – резиденти України, що отримали в установленому порядку ліцензію на страхування відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів.

Треті особи – це фізичні та юридичні особи, які зазнали шкоди внаслідок негативних наслідків під час перевезення небезпечних вантажів.

Об'єктом страхування відповідальності суб'єктів перевезення НВ є майнові інтереси, що відповідають законодавству, пов'язані з відшкодуванням страхувальником шкоди, заподіяної життю і здоров'ю фізичних осіб, навколишньому середовищу, а також майну фізичних і

юридичних осіб під час перевезення небезпечних вантажів відповідно до чинного законодавства.

Страховий випадок – це будь-яка подія під час перевезення НВ, яка завдала шкоди життю, здоров'ю фізичних осіб, навколишньому середовищу, майну фізичних і юридичних осіб, спричинила цивільно-правову відповідальність страхувальника щодо відшкодування цієї шкоди.

Відповідальність страховика починається з моменту, коли суб'єкт перевезення розпочинає діяльність, пов'язану з транспортуванням НВ, включаючи підготовку вантажу, тари, транспортних засобів, приймання вантажу, здійснення вантажних операцій і короткотермінове зберігання вантажу на всіх етапах перевезення, і закінчується після завершення процесу перевезення. Страхову суму за кожен тонну небезпечного вантажу визначають залежно від класу небезпеки вантажу.

Розмір страхових тарифів встановлений у відсотках страхової суми та залежить від класу НВ і виду транспорту. Страхувальник має право вибирати страховика для укладення договору страхування і зобов'язаний укласти цей договір до початку діяльності, пов'язаної з перевезенням небезпечного вантажу.

На кожне перевезення відправнику та одержувачу небезпечного вантажу видають окремий договір страхування, у якому зазначені транспортний засіб та обсяг небезпечного вантажу.

Страховик має право відмовити у виплаті страхового відшкодування в певних випадках, визначені порядком та умовами такого страхування.

Список літератури

1 Правила технічної експлуатації залізниць України: затв. Наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411. Київ, 1996. 120 с.

2 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України: затв. Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 31.08.2005 р. № 507. ЦД 0058. Київ, 2005. 326 с.

3 Правила перевезення небезпечних вантажів: затв. Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 25.11.2008 р. за № 1430 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України від 26.02.2009 р. за № 180/16196. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>.

4 Кульова Д. О. Формування автоматизованої технології перевезення небезпечних вантажів на основі ризик-орієнтованих підходів: дис. ... д-ра філософії. Харків, 2020. 192 с.

5 Кононюк А. Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми. Київ: «Корнійчук», 2008. 446 с.

6 Gonçalves J. F. A hybrid genetic algorithm-heuristic for a two-dimensional orthogonal packing problem. *European Journal of Operational Research*. 2007. Vol. 183(3). P. 1212-1229.

7 Lavrukhin O., Kovalov A., Schevchenko V., Kyman A., Kulova D. Construction of an integrated criterion for estimating the consequences of emergencies involving dangerous goods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 2, Issue 3 (98). P. 25–31. DOI: 10.15587/1729–4061.2019.163442.

8 ДСТУ 4500-3:2008. Небезпечні вантажі. Класифікація. Київ, 2010. 36 с.

9 Cooke D. E., Rushton J. N. Taking Parnas's Principles to the Next Level: Declarative Language Design. *Computer*. 2009. Vol. 42, Issue 9. P. 56-63.

10 Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України. ЦД 0052. Київ, 2004. 48 с.

11 Lavrukhin O., Vernyhora R., Schevcenko V., Kyman A., Shulika O., Kulova D., Kim K. Forming an automated technology to actively monitor the transportation of dangerous cargoes by railroad. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, Issue 3 (105). P. 78–85.

12 Голик І. Л. Синергетичний ефект діяльності кластерних формувань. *Ефективна економіка*. 2015. Вип. 5. С. 1-5.

13 Про страхування: Закон України від 18 листопада 2021 р. № 1909-IX / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2023. № 12-13. Ст. 28.

14 Базилевич В. Д., Базилевич К. С. Страхова справа. Київ: Товариство «Знання», КОО, 1997. 216 с.

15 Про транспорт: Закон України від 10 листопада 1994 р. № 232/94-ВР / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1994. № 51. Ст. 446.

Д. О. Кульова, В. М. Запара, О. В. Лаврухін

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Конспект лекцій

Частина 2

Відповідальна за випуск Кульова Д. О.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 30.05.2024 р.

Умовн. друк. арк. 4,25. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.