

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних робіт
з дисципліни**

«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління вантажною і комерційною роботою 8 жовтня 2018 р., протокол № 3.

Методичні вказівки призначено для отримання поглиблених знань у сфері автоматизації транспортних технологій. Здобувачі наукового ступеня доктора філософії повинні орієнтуватися в сучасних тенденціях розвитку автоматизованих засобів управління технологічними процесами на транспорті, зокрема залізничному. У даних вказівках зосереджено рекомендації щодо обґрунтування та створення певних автоматизованих технологій, спрямованих на удосконалення загальної технології функціонування залізничної галузі у сфері вантажних перевезень.

Рекомендовано для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології (на залізничному транспорті)».

Укладачі:

проф. О. В. Лаврухін,
доценти Г. С. Бауліна,
Я. В. Запара, О. В. Ковальова

Рецензент

проф. О. М. Огар

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
з дисципліни

«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

Відповідальний за випуск Ковальова О. В.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 02.11.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 1,25. Тираж 35. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Формування технології визначення раціонального варіанта обслуговування місцевої роботи поїзними локомотивами в оперативних умовах.....	5
2 Формування логістичної технології типу «прикордонний сухий порт» на основі впровадження інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.....	10
3 Формування раціональної технології роботи у залізничному вузлі при управлінні перевізним процесом поїзним диспетчером.....	15
4 Визначення рівня придатності вагонів у комерційному відношенні.....	19
Список літератури.....	24

ВСТУП

Ефективна робота залізничної інфраструктури залежить від раціонального використання засобів транспорту та людських ресурсів. Це можливо в умовах впровадження інноваційних проектів та удосконалення існуючих технологій роботи залізниць.

Світові тенденції розвитку транспортного ринку свідчать про необхідність переорієнтації виробництва в бік поліпшення якості обслуговування клієнтів за умови збільшення прибутковості галузі, але, на жаль, на сьогодні спостерігаються дестабілізуючі процеси, які негативно відбиваються на якості роботи державних та комерційних транспортних підприємств. Зазначені процеси переважно обумовлюються недосконалою чинною системою управління перевізним процесом. Тому, згідно з «Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту України на 2010 – 2019 роки», затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390, необхідним є подальший розвиток та удосконалення автоматизованих засобів, які у повній мірі забезпечать раціональне використання транспортних ресурсів.

1 Формування технології визначення раціонального варіанта обслуговування місцевої роботи поїзними локомотивами в оперативних умовах

Виконання оперативних планів роботи залізничних станцій ґрунтується на раціональній організації місцевої роботи залізничних дільниць. Слід зауважити, що в основу існуючої технології виконання місцевої роботи визначених підрозділів покладено оперативний перерозподіл локомотивного парку для подавання порожніх вагонів під навантаження і вивезення навантажених вагонів. Технологія виконання місцевої роботи дільниць передбачає, що розподіл локомотивного парку та закріплення його за певними поїздами виконується на основі діючого плану формування вантажних поїздів (ПФП) та графіка руху поїздів (ГРП). Однак слід зауважити, що оперативна ситуація на дільницях протягом доби і зміни постійно змінюється і може кардинально відрізнятись від спланованої в результаті розробки змінно-добового плану і тим більше може відрізнятись від середніх значень кількісних і якісних показників, які було використано для розробки технічного плану, плану формування поїздів та графіка руху. З цією метою поїзний диспетчер (ДНЦ) повинен вживати оперативних заходів щодо оперативного розподілу вагонного та локомотивного парків. Як правило, визначені операції ДНЦ виконує практично без застосування автоматизованих засобів (використовуються як інформаційно-довідкові системи) на основі особистого досвіду, тим самим підсилює вплив людського фактора, що може призводити до погіршення виконання основних показників експлуатаційної роботи. Відповідно до цього даний розділ присвячено удосконаленню технології місцевої роботи дирекції залізничних перевезень шляхом розробки технології раціонального розподілу локомотивного парку в оперативних умовах з елементами штучного інтелекту і подальшою реалізацією її на автоматизованому робочому місці диспетчерського персоналу.

Вирішення поставленої задачі доцільно виконувати на основі розробки математичної моделі обслуговування станцій дільниці, які включено до плану формування вантажних поїздів. В основу формування визначеної моделі необхідно покласти такі

умови: вивезення всіх сформованих за добу поїздів та груп вагонів зі всіх станцій дільниці; загальні простої всіх вагонів на станціях дільниці повинні бути мінімальними; необхідність екіпірування локомотива після встановлених локомотиво-кілометрів пробігу на станціях основного депо та в пунктах обігу; необхідність зміни локомотивних бригад згідно з прийнятою технологією їх роботи.

Згідно з цим пропонується цільова функція математичної моделі плану виконання місцевої роботи на диспетчерській дільниці у вигляді інтегрального показника

$$R = \int_{t_k}^{t_n} f(L(t), V(t)) dt \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де $L(t)$ – вектор стану системи – диспетчерська дільниця, який характеризується незмінними параметрами підсистеми, а саме – кількість лінійних об'єктів, кількість вагонів, що перебувають у процесі накопичення, та завантажені вагони в парку відправлення;

$V(t)$ – вектор управління системою, який характеризується змінними параметрами підсистеми ДН, зокрема – експлуатаційні витрати, які враховують простій вагонів під накопиченням, простій вагонів в очікуванні прибуття локомотива та витрати, пов'язані з прямуванням локомотива по дільниці, витрати, пов'язані з простоєм локомотивів на станціях в очікуванні підготовки составів або груп вагонів під вивезення;

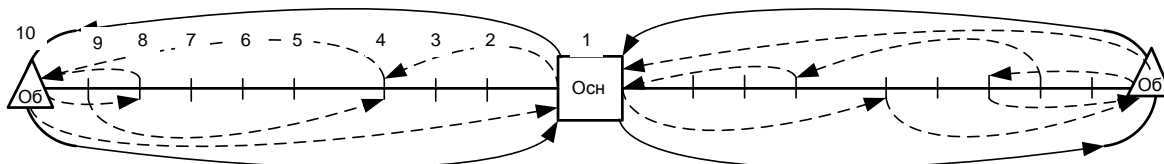
t_n, t_k – відповідно початковий та кінцевий моменти часу періоду управління ДНЦ (зміна або доба).

Необхідно визначити основні складові вектора стану системи та описати їх.

Враховуючи, що результатом управління місцевою роботою полігона диспетчерської дільниці є множина часів простою рухомого складу (вагонів та локомотивів), яким доцільно дати вартісну оцінку, необхідно визначити основні складові вектора управління системою та описати їх.

Наступним етапом є визначення можливих обмежень попередньої цільової функції та їх опис.

З метою автоматизації процесу визначення раціонального варіанта обслуговування диспетчерської дільниці необхідно прорахувати всі можливі варіанти підводу локомотива під поїзди різних категорій з урахуванням часу закінчення формування составів (рисунок 1.1).



1, 2, . . . , 10 – заковані під номерами назви станцій дільниці на яких відбувається формування поїздів

Рисунок 1.1 – Схематичне відображення варіантів роботи локомотива при плечовому способі

Таким чином, постає задача, яку можна вирішити декількома методами. Одним з них є метод перебору. Цей метод найбільш простий як за своєю сутністю так і при програмуванні для автоматизації процесу підв'язки локомотивів під поїзди. В даному випадку для пошуку раціонального рішення необхідно послідовно визначити значення цільової функції (1.1) на всіх можливих точках із запам'ятовуванням максимального з них. Недоліком цього методу є значні обчислювальні витрати. Таким чином, при зростанні кількості станцій, з яких виконується відправлення поїздів різних категорій, в тому числі і поїздів свого формування (маршрутів), різко зростає кількість варіантів, які необхідно прорахувати, що в деяких випадках досить складно або взагалі неможливо в певних часових обмеженнях. Зазначений недолік робить застосування даного методу неефективним.

Другим можливим методом вирішення поставленої задачі є метод градієнтного спуску. Для нього характерно те, що на початку обирають деякі випадкові значення параметрів, а потім ці значення поступово змінюють, щоб досягти найбільшої швидкості зростання цільової функції. Досягнувши локального

максимуму, такий алгоритм зупиняється, тому для пошуку глобального оптимуму є необхідним виконання додаткових розрахунків. Градієнтні методи працюють досить швидко, але не гарантують оптимальності знайденого рішення. Застосування цих методів найбільш доцільно при розв'язанні так званих унімодальних задач, де цільова функція має єдиний локальний максимум (він також є глобальним). Поставлена раніше задача не є унімодальною, а навпаки має характер мультимодальності. Для таких задач в принципі не існує жодного універсального методу, який дозволяв би достатньо швидко знайти абсолютно точне рішення.

Таким чином, проаналізовані класичні методи не дають можливості вирішити поставлену задачу, однак при комбінації цих методів можливо одержати наближене рішення, точність якого буде зростати при збільшенні часу розрахунку. Одним із таких методів є метод, в основу якого покладено еволюційний підхід, на основі генетичного алгоритму [1].

Слід також зауважити, що проаналізовані методи для знаходження кращого рішення використовують значну кількість припущень при оцінюванні цільової функції (1.1). Еволюційний підхід не вимагає таких припущень. Це в значній мірі розширює спектр задач, які можна вирішувати при допомозі генетичного алгоритму. Відповідно до існуючих дослідів можна зазначити, що генетичний алгоритм дозволяє вирішувати ті проблеми оптимізації, розв'язання яких традиційними алгоритмами ускладнено.

Генетичний алгоритм надає переваги при розв'язанні практичних задач. Одна з них – це адаптація до мінливого навколишнього середовища. В реальному житті проблема, яка була поставлена для розв'язання на початку дослідження, може зазнати значних змін у процесі свого розв'язання. При використанні традиційних методів всі обчислення необхідно починати знову, що може призвести до значних витрат людського та машинного часу. При еволюційному підході популяцію можливо аналізувати, доповнювати і змінювати стосовно до мінливих умов [2, 3]. Для цього немає необхідності виконувати повний перебір. Іншою перевагою генетичного алгоритму для

розв'язання оптимізаційних задач є доволі швидка генерація адекватних рішень.

Також до переваг даного методу можна віднести такі: відносно проста реалізація, можливість роботи із великими вибірками, відносно швидкий пошук рішення шляхом «осмисленого» перебору.

Для подальшого вирішення поставленої задачі необхідно розглянути основні принципи та положення застосування обраного методу.

Генетичний алгоритм – це метод, який відображає еволюцію методів вирішення проблем, пов'язаних в першу чергу із задачами оптимізації [4]. Виходячи з визначення, характер задачі, яка вирішується в даному розділі, повністю відповідає основному призначенню даного методу. Генетичні алгоритми відрізняються від традиційних методів оптимізації такими базовими елементами: обробляють не значення параметрів самої задачі, а їх закодовану форму; здійснюють пошук рішення виходячи не з однієї точки, а з деякої їхньої популяції; використовують тільки цільову функцію, а не її похідні, або іншу додаткову інформацію; використовують імовірнісні, а не детерміновані правила вибору.

Зазначені особливості можливо інтерпретувати як кодування параметрів, операції на популяціях, використання мінімуму інформації про задачу і рандомізація операцій призводять в результаті до стійкості генетичних алгоритмів і, як наслідок, переваги над іншими розповсюдженими технологіями [5].

Після того як було обрано метод пошуку раціонального розв'язання задачі розподілу локомотивного парку, необхідно сформуванати графічний інтерфейс, який стане основою системи підтримки прийняття рішення для оперативного персоналу. Даний інтерфейс може бути сформований як при застосуванні програмних комплексів, таких як Visual Basic, Visual C++, так і за допомогою графічних редакторів, таких як Microsoft Visio, Corel Draw, Компас.

2 Формування логістичної технології типу «прикордонний сухий порт» на основі впровадження інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

Для формалізації логістичної технології типу «прикордонний сухий порт» (ЛПСП) в умовах прикордонної перевантажувальної станції доцільно подати цільову функцію як суму приведених витрат на виконання операцій з формування транспортної партії контейнерів R , що може складатися із деякої кількості великотоннажних контейнерів довжиною 20 та 40 футів. Для відправлення такої партії працівники ЛПСП взаємодіють з маневровим диспетчером прикордонної перевантажувальної станції, на якого покладено функції координатора дій, пов'язаних з підбиранням, подачею та прибиранням рухомого складу для виконання відповідних вантажних операцій у «прикордонному сухому порту».

Цільова функція моделі для визначення оптимальної партії контейнерів, що відправляється з ЛПСП, в умовах прикордонної перевантажувальної станції має такий вигляд:

$$V(R) = V_{\text{под}} + V_{\text{зб}} + V_{\text{в}} + V_{\text{огл}} + V_{\text{оф}} + V_{\text{пер}} \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де $V_{\text{под}}$ – витрати на подавання-прибирання платформ, грн;

$V_{\text{зб}}$ – витрати на збереження контейнерів у ЛПСП при накопиченні на транспортну партію, грн;

$V_{\text{в}}$ – витрати на виконання вантажних операцій з великотоннажними контейнерами визначаємо з урахуванням того, що контейнери навантажуються на платформи, вивантажуються з них та з автотранспорту, грн;

$V_{\text{огл}}$ – витрати на технічний, комерційний та митний огляди транспортної партії контейнерів, грн;

$V_{\text{оф}}$ – витрати на оформлення документів, в тому числі на митне оформлення партії контейнерів, грн;

$V_{\text{пер}}$ – витрати на переміщення платформ з партією великотоннажних контейнерів до станції призначення, грн.

Наступним кроком може бути визначення основних складових витрат на виконання операцій та можливих обмежень цільової функції.

Сформована модель може бути основою для побудови системи підтримки прийняття рішень маневрового диспетчера та логіста ЛПСР в умовах прикордонної перевантажувальної станції та встановлена на їх автоматизовані робочі місця.

Сучасна спрямованість при формуванні автоматизованих робочих місць повинна базуватись на розробці та впровадженні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) оперативного персоналу в режимі реального часу, що забезпечує високий рівень інтелектуалізації діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю. ІСППР допомагає працівнику використовувати дані та моделі для ідентифікації та вирішення задач і прийняття рішень. Ця система буде не тільки накопичувати інформацію та видавати результати, а й аналізувати комплекс даних для надання конкретних варіантів дій у певній ситуації [6, 7]. Метою впровадження такої системи є підвищення ефективності рішень, що приймає маневровий диспетчер прикордонної станції.

Запропонована інтелектуальна система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи прикордонних станцій, що записані на машинний носій у формі, зрозумілій людині, інтерфейс користувача, блок логічного висновку, редактор бази знань та динамічну базу даних. Блок логічного висновку – це програма, що відповідає за порядок та засоби актуалізації алгоритмічної частини бази знань. Редактор бази знань – це програма, що дозволить видаляти, додавати та модифікувати факти й правила, які містяться у базі знань, і здійснювати перевірку на несуперечність при зміненнях у базі [8]. Динамічна база даних (ДБД) містить оперативну інформацію про ситуації на прикордонній станції. У ДБД зберігається необхідна для функціонування ІСППР конкретна формалізована інформація про станційні об'єкти та їх властивості: обсяги надходження вагонопотоків, інформація про перевізний процес за минулий

період і теперішній час та ін. Інформація в ДБД оновлюється по мірі введення працівниками станції повідомлень про виконання технологічних операцій.

При прийнятті рішень людині надається можливість: виконувати візуалізацію необхідної інформації, формалізувати процес надходження рішень, використовуючи запропоновані ІСППР варіанти; використовувати формальні процедури узгодження при прийнятті колективних рішень. В ІСППР використовуються сучасні математичні методи і комп'ютерні технології, які дозволяють людині, яка приймає рішення, вирішувати слабкоструктуровані задачі, і такі, що вимагають обробки значних обсягів інформації для пошуку обґрунтованих рішень.

Людино–машинна процедура прийняття рішень за допомогою ІСППР являє собою циклічний процес взаємодії людини й комп'ютера. Цикл складається з фази аналізу та постановки задачі для комп'ютера, що проводить людина, яка приймає рішення, і фази оптимізації (пошуку рішення), яку проводить комп'ютер.

Принципи функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень повинні забезпечувати:

- сполучення ІСППР з автоматизованими системами керування реального часу;
- раціональний вибір мови подання й опрацювання знань;
- ІСППР використовує і дані, і моделі;
- можливість поповнення бази знань;
- генерацію можливих рішень (сценарії дій);
- здійснення оцінки сценаріїв, вибір кращого.

Такий підхід до людино-машинної процедури прийняття рішень за допомогою ІСППР допомагає уніфікувати множину процесів, що лежить в основі механізмів пошуку в уявній моделі керуючої діяльності, і співвіднести їх з логікою роботи людини. Якщо вдається перенести в комп'ютер знання людини з галузі управління системою, забезпечивши їй можливість зв'язку з комп'ютером, а моделі зв'язати з об'єктом управління, то в результаті можна отримати якісні та ефективні рішення від оперативних керівників.

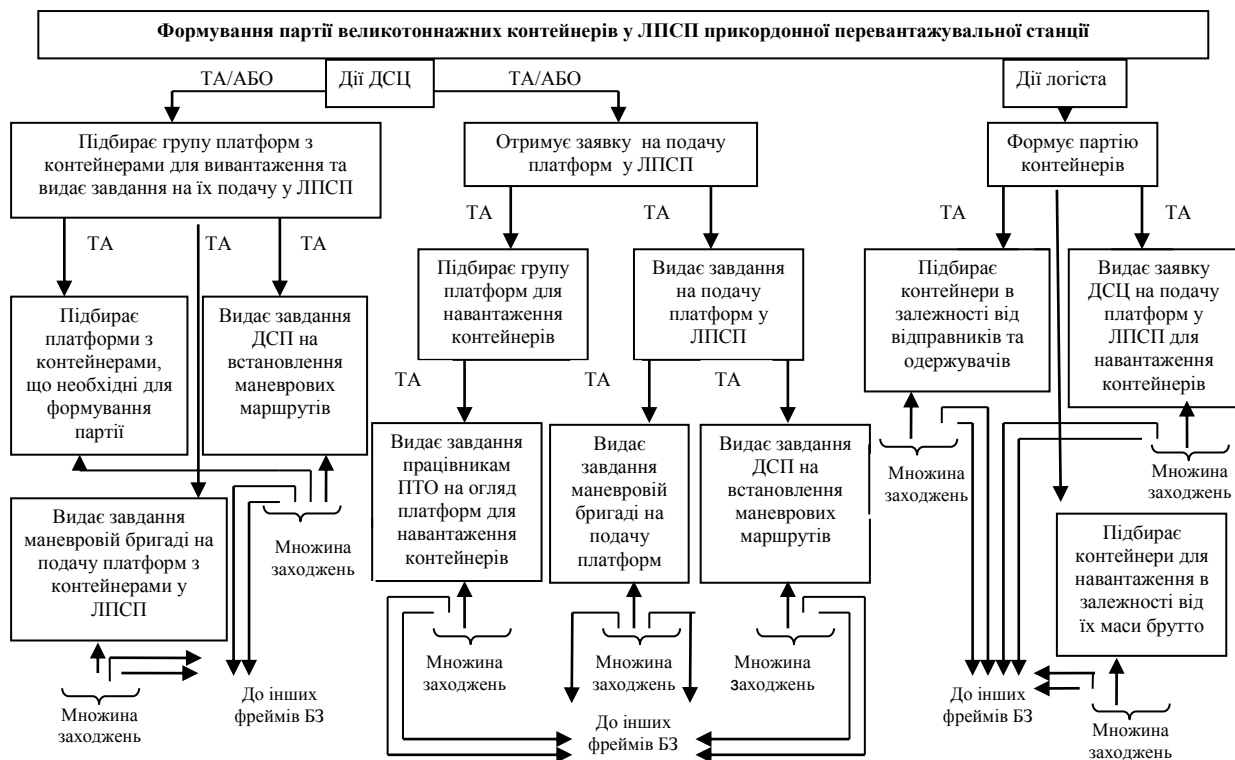
Технологічні процеси, що проходять на прикордонній станції, залежать від взаємодії великої кількості різноманітних компонент, об'єктів, умов, які, у свою чергу, можуть вести себе по-різному, в залежності від ситуації, що склалася. У відносно невеликому об'ємі пам'яті інтелектуальні системи повинні зберігати велику кількість інформації про задачі, що вирішуються в системі в процесі її функціонування. Вирішення цієї проблеми можливо лише при спеціальній організації бази знань, однією з видів якої є фреймова організація, яку створив відомий американський вчений М. Мінський. У перекладі з англійської frame означає скелет, остов, рамка.

Мінський розглядає два види фреймів: статичні (або просто фрейми) та динамічні (фрейм-сценарії). Фрейм будь-якого виду – це мінімально необхідна структурована інформація, яка однозначно визначає даний клас об'єктів [9–11].

На основі теорії фреймів дані про поїзний стан подаються у вигляді достатньо великої сукупності відповідним чином структурованих даних. Всебічне відображення кожної ситуації здійснюється за допомогою не одного, а системи фреймів. Кожний фрейм системи відповідає одній з можливих точок зору на ситуацію, що наведена системою фреймів. Різні фрейми відображають різноманітні шляхи використання однієї і тієї ж інформації, що зосереджена в базі знань.

Графічно фрейм можна зобразити у вигляді мережі, що складається з вузлів і зв'язків між ними. Кожний вузол повинен бути заповнений своїм завданням, що являє собою різні характерні риси ситуації, якій він відповідає. Кожен вузол являє собою певне поняття, яке може бути, а може і не бути задано в явному вигляді. В останньому випадку воно може бути конкретизовано в результаті процесу узгодження даного фрейму з деякою конкретною ситуацією.

Враховуючи те, що процес обробки вагонів на прикордонних станціях є динамічним, базу знань у системі можна подати у вигляді фрейм-сценаріїв, що являють собою моделі стереотипних ситуацій [12, 13]. Кожний фрейм-сценарій має свій заголовок, що визначає обставини, за яких звертаються до даного сценарію. Спосіб формалізації фрейм-сценарію запропоновано на графовій структурі (рисунок 2.1).



ДСП – черговий по станції; ПТО – пункт технічного огляду

Рисунок 2.1 – Фрейм-сценарій «Формування партії великотоннажних контейнерів у ЛПСЦ прикордонної перевантажувальної станції»

Вершина верхнього рівня ототожнюється з заголовком сценарію. Її дочірні вершини «ТА» являють собою схему дій маневрового диспетчера і логіста ЛПСЦ в умовах прикордонної перевантажувальної станції при формуванні партії контейнерів. Дочірні вершини «АБО» являють собою більш конкретні схеми дій маневрового диспетчера, а вершини «ТА» ще більше конкретизують дії маневрового диспетчера (ДСЦ), надані вершинами «АБО». Вибір кожної з них залежить від значення тесту, що наводиться списком питань. Функція вибору здійснюється за допомогою так званої тернарної мережі переходів. Кожний вузол цієї мережі являє собою питання, що входять до тесту, а кожна з трьох дуг, які виходять з вузла, відповідає трьом можливим відповідям на запитання: «так», «ні», «не відомо» [9]. У залежності від відповіді на запитання обирається той чи інший вузол мережі, що визначає наступне питання тесту. У результаті відбувається просування по мережі

різними шляхами у залежності від характеру відповіді. Воно закінчується попаданням в один з можливих замикаючих вузлів, кожний з яких відповідає рекомендованій дії. При такому зображенні всі вершини «ТА/АБО» графа, що формалізує фрейм-сценарій, відповідають діям, причому тим більш конкретизованим, чим нижче за ієрархією вершина.

Треба зазначити, що ймовірна можливість багатократного заходження одних і тих самих схем дій у різні фрейм-сценарії. Ця ймовірність тим більша, чим більшу кількість фреймів включає база знань. Для використання цієї обставини з метою економії пам'яті потрібно зв'язати кожну схему дій з кожним своїм заходженням у фрейми за допомогою «множини заходжень», яка надає вказівки на всі ті місця в базі знань, де є посилання на дану схему.

3 Формування раціональної технології роботи у залізничному вузлі при управлінні перевізним процесом поїзним диспетчером

Актуальним питанням є впровадження та вдосконалення інформаційно-керуючих систем диспетчерського керування, які дозволяють під контролем людини безпосередньо впливати на технологію роботи. Однією з таких систем є мікропроцесорна система диспетчерської централізації «Каскад» (МСДЦ «Каскад») [14, 15]. До складу цього програмно-апаратного комплексу, розташованого в центрі керування перевезеннями, включені: каналоутворююча апаратура зв'язку, резервний сервер бази даних, АРМ ДГП, ДНЦ та ін. АРМ ДНЦ у складі «Каскад» забезпечує контроль та управління перевізним процесом. Одними із основних функцій, які забезпечує АРМ ДНЦ при управлінні перевізним процесом, є відображення поїзної ситуації та стану об'єктів контролю на дільниці (вузлі), автоматичне управління пропуском поїздів на заданих станціях, інтерпретація процесу проходження поїздів на дільниці у вигляді графіка виконаного руху в реальному режимі часу, автоматичне формування графіка прогнозного руху, взаємодія з АСОУП, КСЕОД СС та іншими системами [14, 16, 17]. Тобто система більш інформаційна, ніж

керуюча, та має всі ознаки СППР, тому що дає необхідну інформацію, але не дає варіантів розв'язання.

Технологією роботи залізничного вузла вважається послідовність технологічних операцій, що виконуються над вагоном із прив'язкою їх до технічного устаткування, на якому операції виконуються, та до часу їх виконання (регламентується технологічним процесом роботи станції). Формальний опис технології роботи залізничного вузла з обробки вагонів можна подати таким кортежем:

$$T = \left\langle U_i, \left\langle Op_j, Eq_k, t_s, t_r \right\rangle_j \right\rangle_i, i \in I, j \in J_i, k \in K, \quad (3.1)$$

де I – множина вантажних вагонів, що потрапляють у вузол та обробляються в ньому (місцеві, транзитні з переробкою та без переробки);

J_i – множина операцій, що виконуються з i -м вагоном (навантаження, вивантаження, комерційний та технічний огляд, митні та інші операції, включаючи операції з їх очікуванням тощо);

K – множина одиниць технічного устаткування залізничного вузла (колії перегонів, станцій та під'їзних колій; склади, маневрові локомотиви тощо);

U_i – вантажний вагон, який обробляється;

$\left\langle Op_j, Eq_k, t_s, t_r \right\rangle_j$ – кортеж, що описує операцію над вагоном;

Op_j – операція, що виконується;

Eq_k – технічне устаткування, на якому виконується операція;

t_s – момент початку виконання операції;

t_r – момент закінчення виконання операції.

В основу моделі покладена задача визначення раціональної технології роботи залізничного вузла на певний період, критерієм вибору цієї технології є мінімальні витрати вагоно-годин та мінімальна собівартість робіт з організації даної технології.

Пропонується такий підхід до визначення технології роботи вузла на певний період, який зображений в нотації BPMN [18] (рисунок 3.1).

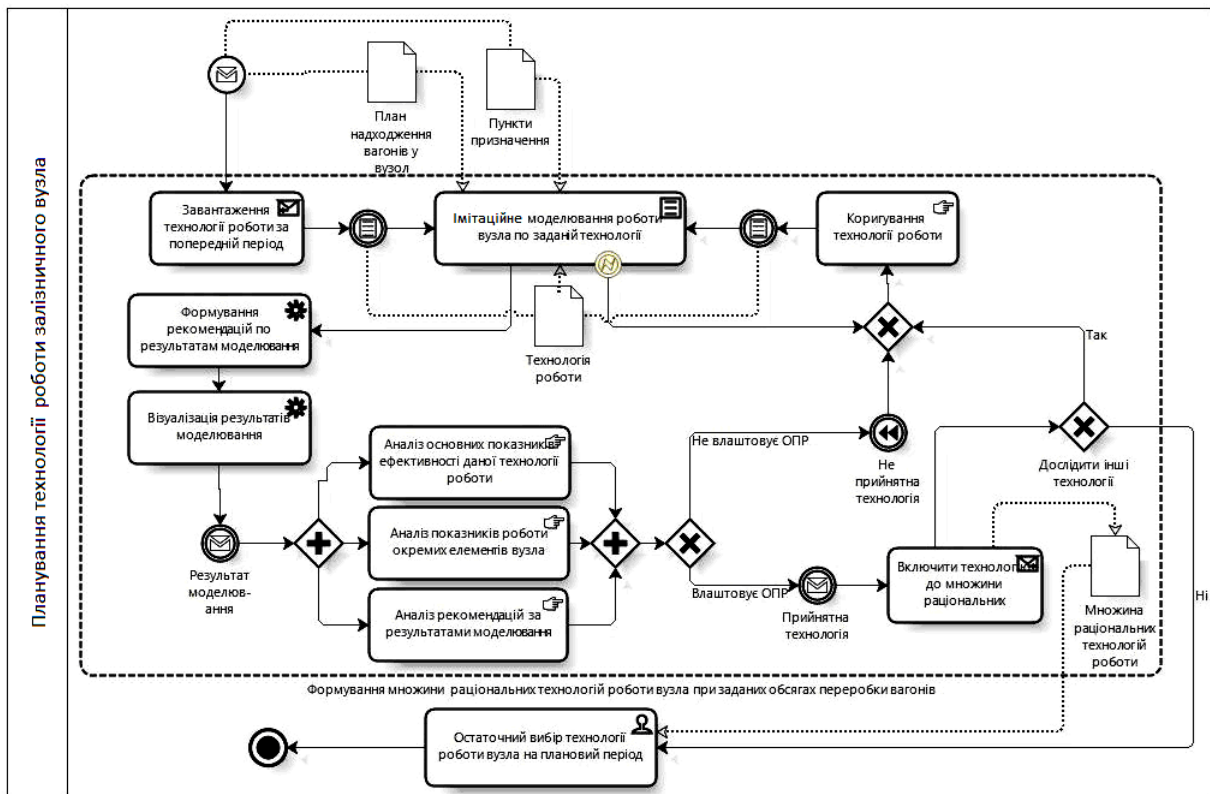


Рисунок 3.1 – Схема планування технології роботи залізничного вузла

Напередодні планового періоду вузловий диспетчер отримує дані із АРМ на основі інформації з АСК ВП УЗ-Є про запланований обсяг вагонопотоку та маршрути, за якими його треба обробити. Далі за допомогою спеціального програмного забезпечення у складі АРМ він проводить запропоноване моделювання роботи вузла для цих обсягів та отримує можливу технологію обробки заданих обсягів вагонів у вигляді послідовності, часу виконання технологічних операцій та задіяних потужностей. Також програмне забезпечення автоматично формує рекомендації за результатами моделювання та ілюструє процес роботи. Потім особа (в даному випадку ДНЦ), що приймає рішення (ОПР), аналізує показники ефективності як вузла в цілому, так і окремих його елементів за критерієм мінімум вагоно-годин та фінансових витрат, які розраховані за змодельованою технологією, та приймає рішення про прийнятність даної технології. Якщо технологія неприйнятна, то диспетчер може внести корегування до технології шляхом зміни параметрів системи та знову виконати імітаційне моделювання за

зміненою технологією. Таким чином, формується невелика множина прийнятних технологій, з якої ОПР обирає остаточну технологію роботи на наступний період (рисунок 3.2).

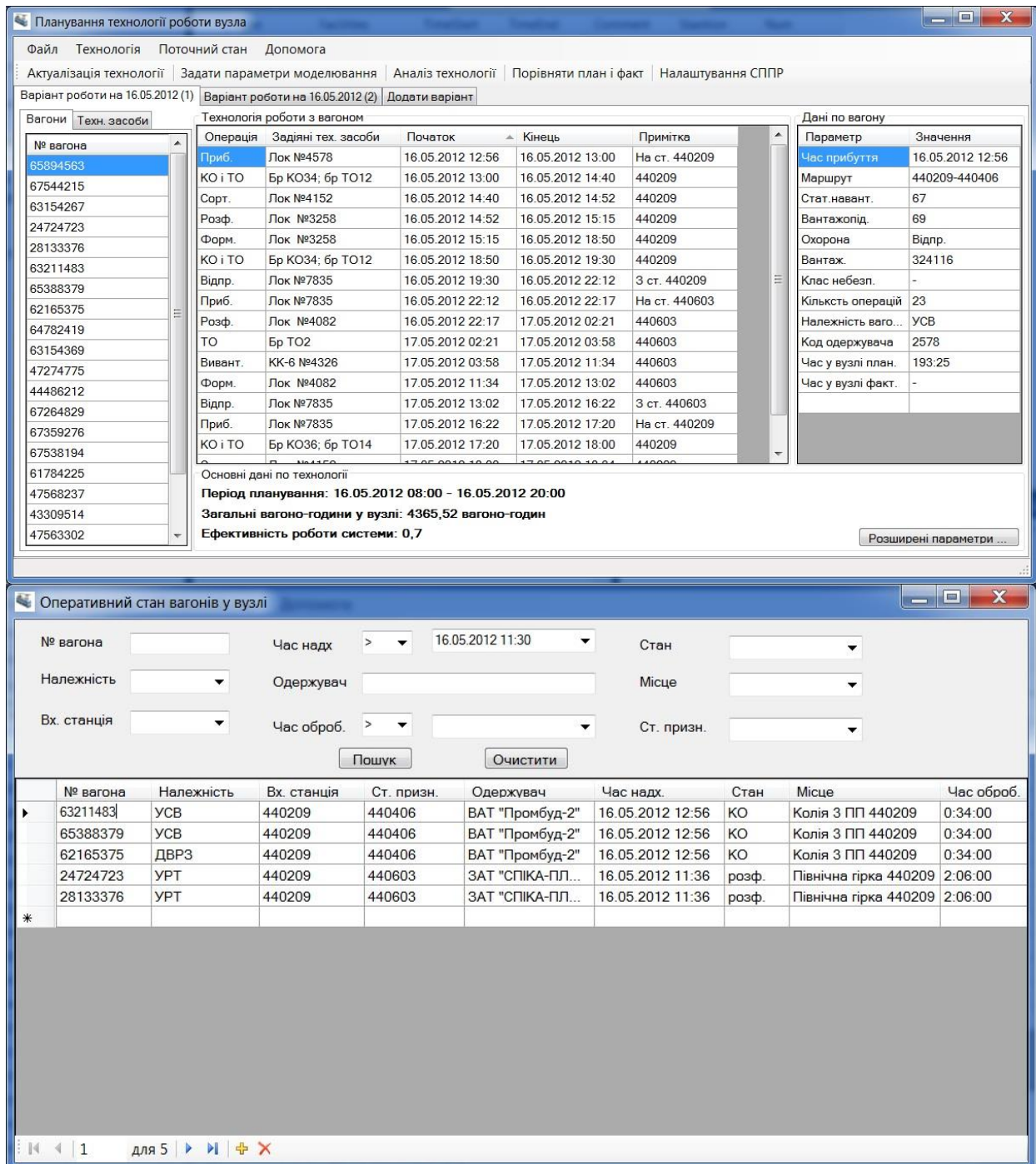


Рисунок 3.2 – Інтерфейс СППР для визначення раціональної технології роботи залізничного вузла

Інструмент імітаційного моделювання, що використовується при плануванні технології роботи, також може бути використано

при оперативному управлінні роботою вузла для аналізу наслідків окремих рішень щодо оперативної зміни технології роботи.

Інформаційне забезпечення запропонованої підсистеми може бути інтегроване у систему диспетчерської централізації «Каскад», АСК ВП УЗ-Є.

Використовуючи інструменти логістичного управління залізничним вузлом, можливо досягти розширення технологічних задач, які вирішує АСК ВП УЗ-Є у АРМ ДНЦ. Основними технологічними функціями нової підсистеми є такі:

1 Імітаційне моделювання роботи вузла на наступний період для різних технологій роботи на основі даних про вантажопотоки до залізничного вузла на період планування. Це дозволить ДНЦ побачити, як може бути оброблено запланований обсяг вагонів при різних технологіях роботи вузла, що не було можливим у існуючих функціях підсистем АРМ ДНЦ.

2 Розрахунок та порівняння основних показників роботи елементів вузла при різних технологіях роботи, що дозволить ДНЦ проаналізувати переваги чи недоліки при різних технологіях роботи вузла при використанні їх на відповідному періоді планування.

3 Видача рекомендацій щодо коригування діючої технології роботи через СППР АРМ ДНЦ, що спростить визначення найбільш раціональної технології роботи вузла.

4 Візуалізація процесу роботи вузла та його елементів, що є результатами моделювання, дозволить диспетчеру більш ефективно визначити проблеми конкретної технології роботи.

5 Складання плану обробки кожного вагона допоможе при оперативному керуванні роботою вузла.

4 Визначення рівня придатності вагонів у комерційному відношенні

Придатність рухомого складу для перевезення відповідного вантажу може визначатися ознакою технічної справності такого засобу, а може і не охоплюватись нею. Проте різке розмежування між технічною справністю рухомого складу та придатністю цього

засобу у комерційному відношенні є слабо формалізованим та чітко не визначеним як у нормативному, так і у технологічному сенсі.

Згідно зі ст. 31 Статуту залізниць [19], «Придатність рухомого складу для перевезення вантажу в комерційному відношенні визначається:

– вагонів – відправником, якщо завантаження здійснюється його засобами, або залізницею, якщо завантаження здійснюється засобами залізниці;

– контейнерів, цистерн та бункерних напіввагонів – відправником».

Аналіз діючих нормативних актів показав, що чіткого визначення придатності рухомого складу у комерційному відношенні Статут [19] не містить, тому виникають спірні моменти між перевізником та відправником, особливо при перерозподілі рухомого складу під навантаження. Поняття придатності рухомого складу для перевезення вантажу в комерційному відношенні більш конкретизовано у [20] та «означає таку технічну та комерційну справність рухомого складу, від якої залежить схоронність конкретного вантажу». Більш розгорнуто це питання щодо організації перевезень у міжнародному сполученні у [21]: «Пригодность в коммерческом отношении вагонов, контейнеров – состояние грузовых отсеков вагонов, контейнеров, пригодных для перевозки конкретного груза, отсутствие внутри вагонов, контейнеров постороннего запаха, других неблагоприятных факторов, за исключением последствий атмосферных осадков в открытых вагонах, а также особенности внутренних конструкций кузовов вагонов, контейнеров, влияющие на состояние грузов при погрузке, выгрузке и перевозке для перевозки указанного груза», тобто знов вирішальною є суб'єктивна думка вантажовідправника.

Таким чином, у проаналізованих джерелах було виявлено недостатність в нормативному сенсі визначеності оцінки придатності рухомого складу в комерційному відношенні, що негативно впливає на процес забезпечення вантажовласників відповідними вагонами.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки методу визначення рівня комерційної придатності вагонів, призначених

для завантаження певними вантажами, та удосконалення структури інформаційно-керуючої системи в частині забезпечення вантажовласників необхідним рухомим складом.

Як відомо, придатність вагонів в комерційному відношенні під завантаження певного виду вантажу залежить від їхнього технічного стану та інтенсивності експлуатації. Тому визначення варіанта розподілу рухомого складу безпосередньо залежить від одержання достовірної інформації про терміни і умови його експлуатації.

Припустимо, що R є функція, яка безперервно залежна від часу, тобто $R=R(t)$. Враховано, що на величину критерію R впливає ряд інших змінних, а саме: характеру вантажу, тривалості перевезення, часу експлуатації та інших, тобто в кожний момент часу експлуатації t

$$R(t) = \bigcup_{i \in [1, m]} \left[\mu_{K_i}(\lambda(t)) \cap \mu_{\mathbf{K}_i}(\lambda(t)) \right], \quad (4.1)$$

де $R(t)$ – рівень комерційної придатності рухомого складу, %;

K_i, \mathbf{K}_i – відповідно множини фактично виявлених та існуючих у нормативах видів комерційних несправностей кількістю m ;

$\lambda(t)$ – інтенсивність експлуатації рухомого складу в комерційному відношенні, 1/р.;

$\mu_{K_i}(\lambda(t)), \mu_{\mathbf{K}_i}(\lambda(t))$ – оператори, що дозволяють кількісно оцінити вплив інтенсивності експлуатації на наявність комерційної несправності відповідно фактично та згідно з нормативами.

Під інтенсивністю експлуатації рухомого складу в комерційному відношенні будемо розуміти зміну його технічного та комерційного стану в процесі експлуатації в залежності від пробігу, терміну експлуатації вагона та номенклатури перевезених вантажів.

Історія експлуатації конкретного вагона («історія використання») визначається відповідно до бази даних Єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями АСК ВП УЗ Є вантажних відправок (накладних) до паспорту

вагона (види вантажів та тривалість експлуатації при перевезенні певних видів вантажів).

Як показано у [22], ефективність технології управління визначається на основі розрахунку ряду окремих показників або коефіцієнтів. Але їх використання не дозволяє у повній мірі оцінити ефективність роботи залізничного полігона у цілому. Тому необхідно використати узагальнену оцінку змін основних показників діяльності залізниці та їх вплив на кінцевий результат. Після визначення кінцевої мети функціонування показники залізничного підрозділу починають «прямувати» до неї по певній траєкторії, яка залежить від багатьох факторів. Задачею системи підтримки прийняття управлінського рішення (СППР) буде оцінка поточного стану виконання показників, ризику їх невиконання, а також близькості їх рівня до критичної області, з якої досягнення мети буде неможливо. Проблема полягає у тому, що існує список обмежень досягнення кінцевої мети, яка у загальному випадку не може бути описана чітко і однозначно. Це пов'язано такими факторами, як зміни у ситуації на транспортному ринку, вплив людського фактора та ін. Оскільки врахувати абсолютно всі обмеження та фактори не є можливим, виникає необхідність формалізації кінцевої мети і формування бази знань для підтримки прийняття рішення з використанням математичного апарату нечітких множин [23, 24].

Приклад роботи нечіткої СППР на функціях приналежності нечіткої множині в умовах відносно великих обсягів навантаження наведено на рисунку 4.1. Імплікаційний висновок здійснено за композиційним правилом висновків Заде та для розглянутого у прикладі рухомого складу становить 6,788 за 10-бальною шкалою.

Перевагою цього підходу є те, що по мірі накопичення даних про придатність вагонів у комерційному відношенні кількість факторів, що враховується, може бути збільшено з метою отримання більш точної оцінки та зменшення ступеня впливу малозначущих факторів.

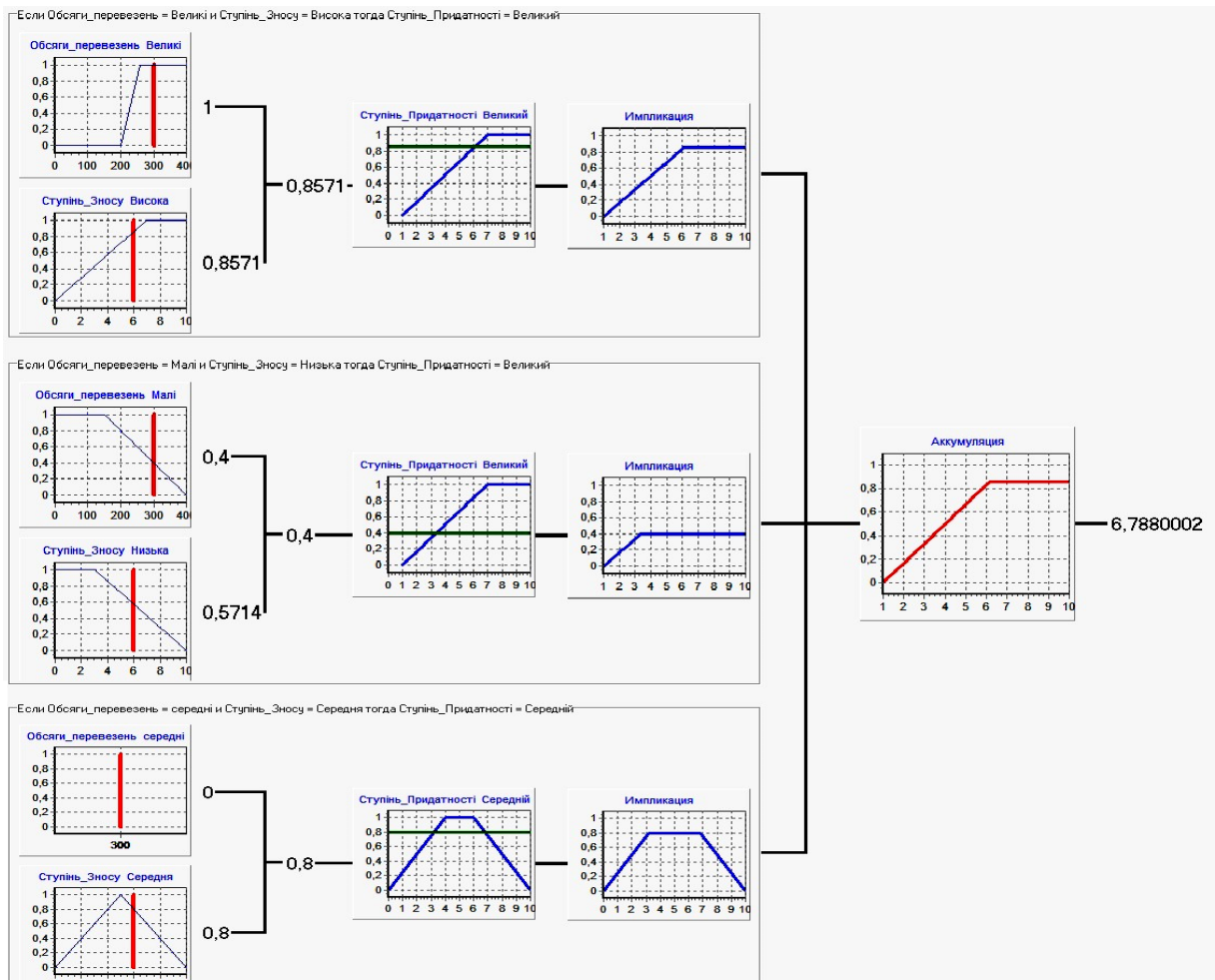


Рисунок 4.1 – Побудова висновку щодо «ступеня комерційної придатності» рухомого складу для умов відносно великих обсягів навантаження

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Емельянов, В. В. Теория и практика эволюционного моделирования [Текст] / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2003. – 432 с.

2 Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях [Текст]/ Ю. П. Алтухов. – М. : Академкнига, 2003. – 431 с.

3 Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы [Текст]: учеб. пособие / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2006. – 320 с.

4 Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковский, М. Пилинский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия. – Телеком, 2004. – 452 с.

5 Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические и нечеткие системы [Текст]/ Д. Рутковский, М. Пилинский, Л. Рутковский. – 2-е изд. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2008. – 452 с.

6 Люгер, Д. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] : пер. с англ. / Д. Люгер. – 4-е изд. – М. : Издательский дом Вильямс, 2003. – 864 с.

7 Смолин, Д. В. Введение в искусственный интеллект [Текст] : конспект лекций / Д. В. Смолин. – М. : Физматлит, 2004. – 208 с.

8 Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст]/ Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.

9 Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст] / М. Минский. – М. : Энергия, 1979. – 151 с.

10 Abelson, R. The Structure of Belief Systems, in «Computer Models of Thought and Language» in R. Shank K. Colby, San Francisco, 1973.

11 Minsky M., Papert S. Progress Report on Artificial Intelligence, AI Memo 252, MIT Artificial Intelligence Laboratory, Cambridge. Mass. 1972.

12 Shank R., Colby K. Computer Models of Thought and Language, Freeman, San Francisco. 1973.

13 Minsky M. Form and Content in Computer Science, J. A. C. M. 1972.

14 Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями [Текст] / О. В. Лаврухін, П. В. Долгополов, В. В. Петрушов О. М. Ходаківський. – Харків : ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. – 118 с.

15 Мікропроцесорна диспетчерська централізація «Каскад» [Текст] / М. І. Данько В. І. Мойсеєнко, С. В. Панченко [та ін.]. – Харків : УкрДАЗТ, 2005. – 176 с.

16 Бутько, Т. В. Визначення можливостей для розширення функцій КСЕОД у комп'ютерній мережі залізничного вузла [Текст]/ Т. В. Бутько, П. В. Долгополов // Збірник наукових праць. – К. : КУЕЕТ, 2003. – Вип. 53. – С. 72-78.

17 Системы автоматизации и информационные технологи управления перевозками на железных дорогах [Текст] / В. А. Гапанович, А. А. Грачёв [и др.]; под. общ. ред. В. И. Ковалева, А. Т. Осьминина, Г. М. Грошева. – М. : Маршрут, 2006. – 544 с.

18 BPMN 2.0 Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www/URL: http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/](http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/).

19 Про затвердження Статуту залізниць України [Електронний ресурс] : постанова Кабінету Міністрів України № 457 від 06 квітня 1998 р. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/457-98-%D0%BF>.

20 Роз'яснення президії Вищого господарського суду України № 04-5/601 від 29 квітня 2002 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sudpraktika.in.ua/pro-deyaki-pitannya-praktiki-virishennyasporiv-shho-vinikayut-z-perevezennya-vantazhiv-zalizniceyu>.

21 Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.2015. – Режим доступа: <http://osjd.org/doco/public/ru>.

22 Ломотько, Д. В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні [Текст]/ Д. В. Ломотько // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – Донецьк : ДонІЗТ, 2005. – Вип. 3. – С. 5.

23 Логистическое управление грузо- и вагонопотоками: труды специалистов Украинской государственной академии железнодорожного транспорта [Текст] : коллективная монография

// под ред. Д. В. Ломотько. – Deutschland : Palmarium Academic Publishing Saarbrucken, 2014. – 105 с.

24 Ломотько, Д. В. Методология формирования эффективной логистической технологии перевозок в железнодорожном межгосударственном сообщении [Текст]/ Д. В. Ломотько, Д. В. Арсененко // Залізничний транспорт України. – 2015. – № 1. – С. 11–17.