

кількість факторів впливу на процес перевезення при прогнозування транспортних подій, що фактично не можливо здійснити застосовуючи існуючі методи прогнозування, які основані на регресивному аналізі, але в подальшому ці методи повинні бути враховані при аналізі попереднього досвіду та сезонності перевезень.

Список літератури

1. Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2004. – Спецвипуск 7 [1]. – С. 16 - 19.
2. Данько М.І., Лаврухін О.В. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2004. – Вип. № 2. – С. 80 – 83.
3. Лукашин Ю.П.. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. – М.: Статистика, 1979 .

УДК 681.513.7:656.212.5

*Бутько Т.В., д.т.н., професор (УкрДАЗТ)
Прохоров В.М., аспірант (УкрДАЗТ)*

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ АРМ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Актуальність. Одним із основних напрямків сталого розвитку залізничного транспорту і забезпечення його конкурентоспроможності на транспортному ринку є удосконалення технології перевізного процесу, які спрямовані на раціональне використання парку вантажних вагонів через зменшення терміну доставки вантажів, скорочення часу простоїв під різними технологічними операціями, у тому числі зменшення часу простою вагонів на сортувальних і дільничних станціях. Реалізація цієї науково-прикладної задачі лежить у площині формалізації технологічних

процесів, тобто створенні комплексу адекватних моделей, які у вигляді програмних продуктів інтегровані до автоматизованих робочих місць (АРМ) працівників, що безпосередньо керують переміщеннями рухомого складу і впливають на час простою вагонів під технічними операціями на технічних станціях, так і на поїзних диспетчерських дільницях, полігонах залізниць, в рамках єдиного інформаційно-керуючого середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним недоліком АРМ оперативного персоналу, що керує рухом поїздів та маневрами на станціях є недостатня кількість реалізованих задач в рамках системи АСОУП, що спрямовані на детальну оптимізацію переміщень одиниць рухомого складу, і дозволяють сформувати підсистеми підтримки прийняття рішень (СППР). У вітчизняній науковій літературі останніх років створенню СППР такої спрямованості приділяється багато уваги. СППР призначені зменшувати час на прийняття рішень з управління і бути гарантією якості цих рішень, тому широке їх застосування в управлінні такою складною системою як залізнична транспортна система України є потребою часу.

Деякі прототипи систем підтримки прийняття рішень було створено ще наприкінці 80^x років минулого століття. Одна з них – «Автодиспетчер», що зараз експлуатується на деяких ДЦУ ВАТ «РЖД». Подібні розробки є і на залізницях країн-членів Євросоюзу. Система підтримки прийняття рішення «DSS STATIONS», що розробляється залізничними спеціалістами у Нідерландах призначена для вирішення задачі пошуку оптимального маршруту прослідування поїзда через залізничну станцію. Результати вирішення цієї задачі використовуються оптимізаційним модулем CADANS, що входить до системи DONS (Design Of Network Schedules), яка автоматично генерує розклад руху поїздів для всієї залізничної системи Нідерландів. Що стосується безпосередньо сортувальних станцій, то цікавою розробкою є система VILLON, яку було створено науковцями двох чеських університетів і впроваджено на деяких великих залізничних вузлах країн Євросоюзу і навіть Китаю. Система VILLON має потужний графічний інтерфейс, і призначена для моделювання роботи залізничних вузлів і сортувальних станцій [1]. Зокрема система моделює сценарії розпуску составів, візуалізує переміщення рухомих одиниць на коліях станцій і сортувальних гірок, будує графік роботи сортувальних гірок, має потужний аналітичний блок. Але цю систему можна класифікувати лише як СППР стратегічних рішень, що спрямовані на удосконалення технологічного процесу.

До вітчизняних розробок належить робота [2], в якій вирішується задача про порядок формування багатогрупних поїздів за допомогою

математичного апарату мереж Петрі та планетарних моделей. В роботі [3] розроблено нечітку ситуаційну систему підтримки прийняття рішень (НССППР), яка аналізує можливість формування та відправлення неповносоставних та неповновагих поїздів з урахуванням терміну доставки вантажу.

Розробка систем підтримки прийняття рішень в оперативному управлінні процесом перевезень – це новий і перспективний напрямок розвитку інформаційних систем на залізничному транспорті. Системи підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems, DSS)- це системи, які базуються на ЕОМ і у дуже різні способи допомагають оперативному персоналу виробляти оптимальні рішення у кожній ситуації. В першу чергу це стосується складних задач управління будь якими процесами, по потребах аналіз. Зразці істими очують активно впроваджуватися в багатьох сферах людської діяльності: фінансовій, виробничій, транспортній. Як і можливі сфери застосування так і принципи побудови та реалізації цих систем дуже різноманітні. Системи підтримки прийняття рішень не мають єдиної базової моделі, а мають широку концепцію.

остнов:а задач. Задач оперативного управління процесом перевезень є найбільш складними і такими, що потребують детального аналізу і розрахунків у динаміці. Оперативні працівники, які вирішують ці задачі, це – поїзні диспетчери, диспетчери-вагонорозпорядники, чергові по станції, станційні маневрові диспетчери, чергові по гірці, чергові по парком н0 со@тув0льн8х сВанцВях. Від ступеня якості і своєчасності прийняття рішення цими працівниками залежать кількісні і якісні показники роботи залізничного транспорту.

Подальше удосконалення системи управління рухом поїздів це повна автоматизація планування і управління рухом поїздів. Детальна формалізація технологічних процесів буде сприяти удосконаленню АРМ оперативних працівників шляхом додавання нових задач і підвищення якості вирішення існуючих задач.

Як показав аналіз, типовими задачами є:

- введення затриманого поїзда у графік;
- термінове виділення «вікон» у графіку;
- детальне планування маневрових переміщень рухомого складу на проміжних і дільничних станціях (особливо при недостатньому колійному розвитку, на дільницях з інтенсивним рухом поїздів, на дільницях із швидкісним рухом пасажирських поїздів, при зростанні обсягів роботи станції, в умовах закриття для руху однієї з головних колій, при виконанні ремонтних та профілактичних робіт на станційних коліях);

- вибір колій прийому поїздів на сортувальних станціях;
- вибір способу та черги розформування поїздів на сортувальних станціях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Весь комплекс задач, що вирішуються системою підтримки прийняття рішень (СППР), умовно можна розділити на чотири класи:

- задачі оцінки та класифікації поточної ситуації за різноманітними аспектами (моніторинг) [5];
- задачі виявлення причинної обумовленості стану об'єкта, що не відповідає існуючим поточним вимогам щодо ефективності або якості його функціонування (діагностика) [5];
- задачі прогнозування можливих шляхів розвитку ситуації на об'єкті;
- задачі вибору оптимальних управлінських рішень шляхом вибору найоптимального із спрогнозованих сценаріїв розвитку ситуації.

Існуючи прототипи СППР дуже малочисельні, вирішують невелике коло прикладних задач і побудовані в основному на базі чітких алгоритмів та математичних моделей. Наприклад функціонування DSS STATIONS зводиться до вирішення задачі зваженого пакування вузлів, що належить до теорії графів.

Задачі оптимізації маневрової роботи та роботи по розформуванню составів на сортувальних станціях з десятками колій і сотнями одиниць рухомого складу доволі складні. І той факт, що більшість з них не була вирішена свідчить про те, що визначення чітких алгоритмів їх вирішення – задача дуже складна або взагалі невіршальна. Також треба відзначити, що більшість з цих задач потребує вирішення в масштабі реального часу та ще й з урахуванням прогнозів на майбутнє і побудови декількох найбільш імовірних сценаріїв розвитку ситуації. Вхідна інформація також взагалі не є однорідною, має різні ступені достовірності і може виявитися неповною. Тому, доцільно кваліфікувати таку попередню інформацію, що надходить на сортувальну станцію через систему АСОУП у вигляді телеграм-натурних листів (ТГНЛ) та по інших каналах зв'язку, як нечітку.

Враховуючи, що вихідні дані є деякою мірою ненадійними і слабоформалізованими, внаслідок чого неможливо побудувати чіткі алгоритми вирішення складних управлінських задач, за основу архітектур СППР, що вирішують задачі оперативного планування і управління рухом поїздів та маневрових операцій, а також операцій з формування-розформування поїздів доцільно прийняти архітектури з нечіткою логікою.

Взагалі прийняття управлінського рішення потребує розгляду багатьох факторів. Деякі з цих факторів є взаємодоповнюючими, деякі

подібними, інші суперечливими, але всі вони мають бути розглянуті і взяті до уваги при формуванні рішення. В свою чергу, ці задіяні фактори мають різні ступені важливості і впливу на рішення. Адитивність і/або конфліктність факторів фактично підвищує складність і неоднозначність процесу формування рішення [4].

Апарат нечітких множин та нечіткої логіки вже більше 10 років успішно застосовується при рішенні складних задач.

До його сильних сторін можна віднести:

- описання умов і методів вирішення задач за допомогою мови, близької до натуральної;

- універсальність: згідно до теореми FAT (Fuzzy Approximation Theorem), що була доведена Б. Коско в 1993 році, будь яка математична система може бути апроксимована системою, що базується на нечіткій логіці;

- ефективність: спрощення алгоритмів вирішення задач, складних з точки зору чітких алгоритмів (за умов доцільності використання систем нечіткої логіки).

Але поряд з цим для нечітких керуючих систем є характерними і деякі недоліки:

- вихідний набір нечітких правил формулюється людиною-експертом і може виявитися неповним або суперечливим;

- вид і параметри функцій приналежності, що описують вхідні і вихідні змінні системи, вибираються суб'єктивно і можуть виявитися не зовсім адекватними.

Для усунення, хоча б частково, цих недоліків рядом авторів запропоновано використовувати адаптивні системи при створенні управляючих та експертних систем, в яких нечіткі правила і параметри функцій приналежності корегуються під час їх роботи. Існує декілька теоретично можливих варіантів такої адаптації. Одним з найбільш відомих і успішних прикладів є нейронечіткі системи. Їх ще називають гібридними. Нечітка логіка і нейронні мережі відносяться до поняття штучного інтелекту історія якого налічує більш ніж 50 років. Але технологія нейронечітких систем - «молода» технологія. Вона розвивається скоріше завдяки вченим, що зацікавлені в її практичному використанні, аніж теоретичним дослідженням. Зважаючи на чималу увагу з боку вчених, що займаються проблемами штучного інтелекту, до гібридних систем можна зробити висновок, що вони згодні в одному: гібридні нейронечіткі системи – це логічний крок на шляху розвитку технології «м'яких обчислень» і нечіткої логіки. В сучасній науковій літературі описано багато форм поєднання цих понять. Але лише декілька з них є насправді успішними і

такими, що можуть бути використані при побудові СППР в управлінні перевізним процесом на залізниці. Це форми з'єднання, що побудовані на базі класичних робіт вчених Л. Заде, Х. Циммермана і Б. Коско, але і вони мають між собою суттєві відмінності.

Нейронечітка мережа - це чітка нейронна мережа прямого розповсюдження сигналу (feed-forward), що побудована на основі багатoshарової архітектури з використанням AND-, OR-нейронів, тобто технологія гібридних мереж – це додавання потужних механізмів самоорганізації, що притаманні нейронним мережам, до систем нечіткої логіки, яка глибоко змінює принципи функціонування останніх (з'являється можливість автоматичного налагодження функцій приналежності, автоматичного додавання та видалення правил та інш.) [6]. Таким чином гібридні системи – потужна альтернатива всім іншим адаптивним технологіям.

Типова архітектура нейронечіткої системи включає 3 основних блоки: блок приведення до нечіткості (фазіфікація), блок логічного виводу, блок приведення до чіткості (дефазіфікація).

Суть етапу фазіфікації виражається функціоналом *Fuzzy* [6]:

$$\tilde{x}_i(t) = Fuzzy[\mu_{x_i^j}(\omega), x_i(t)],$$

де $\tilde{x}_i(t)$ - вектор нечітких міток (фазіфікованих значень);

$j=1 \dots n$, номер нечіткої мітки з функцією приналежності $\mu_{x_i^j}(\omega)$;

n – кількість розбиттів інтервалу (ступінь грануляції);

$x_i(t)$ - змінна x , що залежить від часу t , або іншого параметру.

Блок логічного виводу функціонує як багатoshарова нейронна мережа (рисунок 1) і оперує з нечіткими даними. Блок дефазіфікації приводить вивід системи до чіткої (числової) форми за допомогою методів середньозваженого значення або інших методів. Вивід може здійснюватися і без дефазіфікації у вигляді лінгвістичних змінних.

Що стосується до практичної реалізації подібних систем, то найбільш прийнятною є програмна реалізація. Програмні модулі можуть бути підключені або інтегровані в АРМ відповідних оперативних керівників.

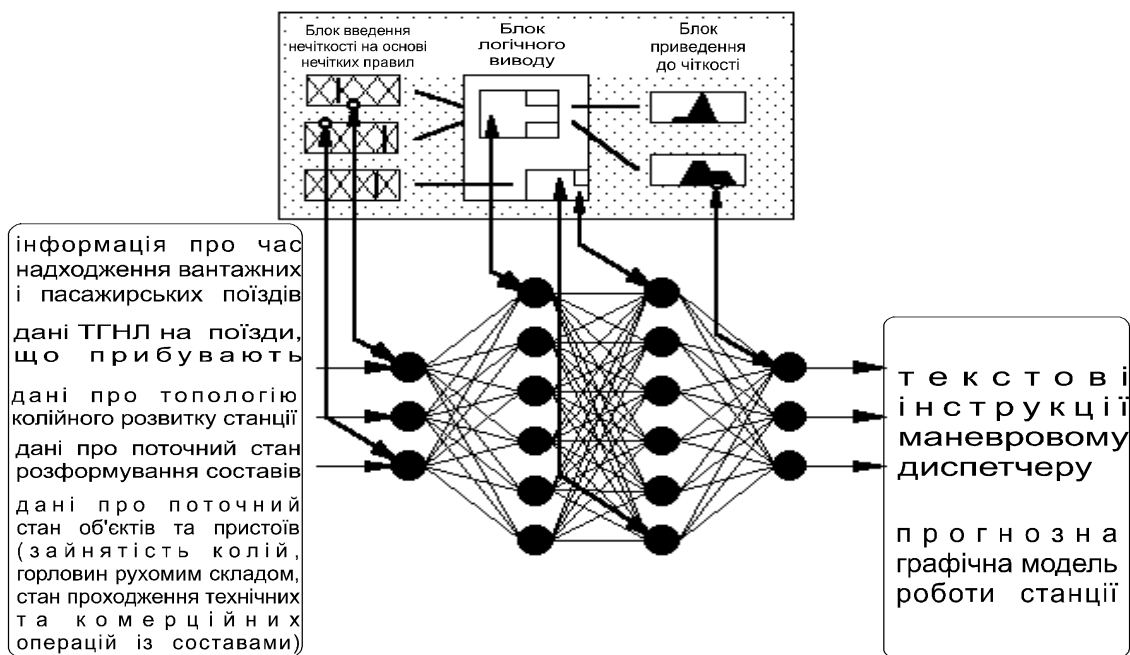


Рисунок 1. Можливий вигляд архітектури СППР для АРМ маневрового диспетчера сортувальної станції на базі класичної нейронечіткої системи.

Висновки. В теперішній час, оперативний персонал керує перевезеннями на всіх рівнях управління в першу чергу по заданих планах (з урахуванням графіку руху, плану формування поїздів, технічних норм і регулюючих завдань, намагаючись виконати кількісні та якісні показники). Вочевидь, що в оперативних умовах за браком часу на прийняття керуючих дій, вони не в змозі об'єктивно оцінити економічні наслідки цих рішень. Тому необхідно більш виважено підходити до розробки нормативних документів і планів організації перевезень в позиції оптимізації експлуатаційних витрат, здійснювати реальний перехід до інформаційно-керуючих систем в оперативній діяльності з доведенням всіх розробок до АРМ конкретних оперативних працівників. Системи підтримки прийняття рішень на базі нейронечітких моделей – це новий і перспективний напрямок удосконалення технології перевізного процесу.

Список літератури

1. Kavička A., Klima V. Simulations of railway junctions in EU countries, SCS, Prague – 2001.

2. Долгополов П. В. Удосконалення технології роботи залізничного вузла на основі комплексу планетарних моделей. Дисертація на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. Х.: УкрДАЗТ.–2005.-237с.
3. Лаврухін О. В. Удосконалення АРМ поїзного диспетчера з використанням нечіткої логіки. Дисертація на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. Х.: УкрДАЗТ.–2004.-200с.
4. Zeleznikow J., Nolan J. Using soft computing to build real world intelligent decision support systems in uncertain domains. Decision Support Systems. –2001 (31)2 pp. 263-285
5. Мелихов А. Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.: Наука.–1990. 272с.
6. Ярушкіна Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика.–2004.-320с.

УДК 656.22:681.5.015

*Долгополов П.В., к.т.н., ст. викладач (УкрДАЗТ)
Скоробогатов О.А., провідний інженер (НДПІАСУтрансгаз)
Корольов Д.С. (Південна залізниця)*

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ ШЛЯХОМ ПОБУДОВИ ІНТЕРАКТИВНОГО АРМ ЧЕРГОВОГО ПО СТАНЦІЇ

Постановка задачі. Важливим питанням у даний час є удосконалення експлуатаційної роботи станцій та дільниць шляхом побудови інформаційно-керуючих систем (ІКС), до комплексу яких входять автоматизовані робочі місця (АРМ) чергових по станціям (ДСП) та поїзних диспетчерів (ДНЦ) [2-4].

Широке застосування таких ІКС дозволяє оптимально реалізувати технології перевізного процесу за рахунок швидкої обробки значних масивів даних, синхронізувати роботу дільниць та їх елементів, визволити кошти для відновлення рухомого складу та інших технічних засобів, а також підвищити конкурентноспроможність залізниць.

Під час роботи оперативного персоналу виникають ті чи інші помилки у його роботі внаслідок випадкових факторів [1]. Внаслідок цього