

зменшаться за рахунок скорочення амортизаційних відрахувань, фонду заробітної плати, сплати за землю, яку займає колія, та витрат на її поточне утримання. Запропонований підхід враховує вигідність отримання в оренду під'їзної колії або відмови від її експлуатації та використання автотранспорту (за можливості належного залізниці) для вирішення транспортних потреб підприємства.

### *Список літератури*

1. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Частина 1. Розділи 6 і 12. – К.: ТОВ „Видавничий дім ”САМ”, 2004. – С. 63 – 78, 121 -195.
2. Розміри підвищення тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом та пов'язані з ними послуги. Додаток 1 до розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.07.2004р. №455 – р. – 4с.
3. Ліщук А.І. Роль промислового виробництва в розвитку транспорту //Економіка промисловості України: Зб. наук. пр. – К.: РВПС НАН України. - 2002. – С. 236-241.
4. Персианов В.А., Скалов К.Ю., Усков Н.С. Моделирование транспортных систем. – М.: Транспорт, 1972. - 230 с.
5. Андрианов В. И., Трофимов С. В. Сущность проблемы взаимодействия производства и промышленного транспорта// Вестник ВНИИЖТ. 2003.- № 3. – 68 с.
6. Номенклатура витрат по основній діяльності підприємств залізничного транспорту України. Наказ Укрзалізниці від 10.02.2000р. №57-Ц.
7. Промышленный транспорт / под ред. А.Т. Дерибаса. – М.: Транспорт. – 764с.

**УДК 656.025:510.223**

*Бутько Т.В., професор (УкрДАЗТ)  
Лаврухін О.В., доцент (УкрДАЗТ)*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ**

*Актуальність теми.* В існуючих умовах формування ринку транспортних послуг постає питання удосконалення технології роботи основних залізничних підрозділів з безумовною орієнтацією їх діяльності

на задоволення основних (надання вагонів під перевезення, своєчасну доставку вантажу, забезпечення схоронність вантажу...) та додаткових (надпланове надання вагонів під перевезення вантажу, надання оперативної та достовірної інформації у реальному режимі часу, щодо дислокації вагонів, виділення „твердих” ниток графіку руху поїздів, що закріплені безпосередньо за певними клієнтами...) вимог вантажовласників.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* В даний час, згідно звітних даних Укрзалізниці, спостерігається різкі коливання обсягів перевезень (рисунок 1, 2), які у більшості випадків обумовлені сезонним фактором та фактором наближення до звітного періоду [1,2]. Факт наявності зазначених коливань спричиняє серйозні труднощі при плануванні оперативної роботи полігонів залізниці, яка пов'язана з організацією і просуванням вагонопотоків, що в свою чергу негативно відбивається на раціональному використанні основних засобів транспорту.

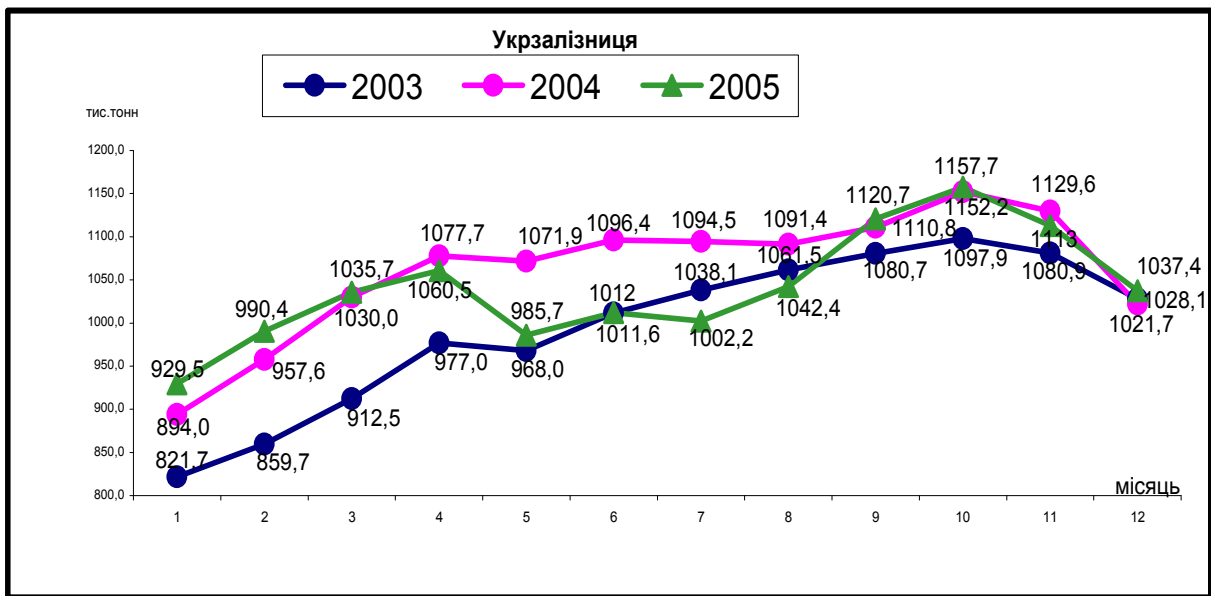


Рисунок 1 - Динаміка зміни середньодобового навантаження по місяцях

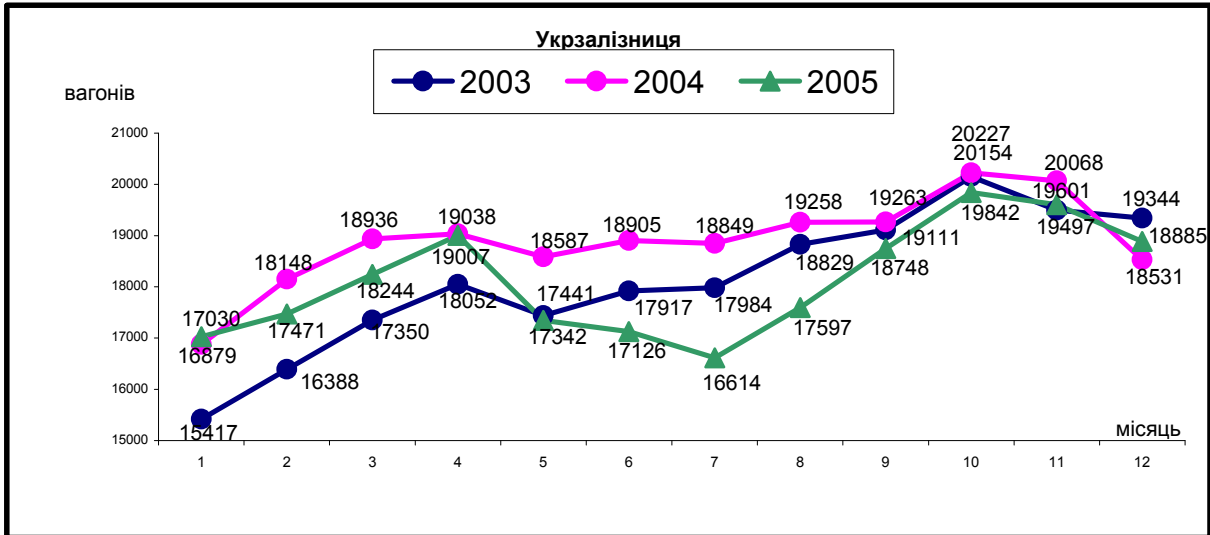


Рисунок 2 - Динаміка зміни середньодобового вивантаження по місяцях

При цьому, як видно з наведених діаграм, коливання обсягів перевезень в деяких випадках відбуваються при збільшенні обсягів роботи порівняно з минулими роками, що додатково ускладнює процес планування поїздо- і вагонопотоків.

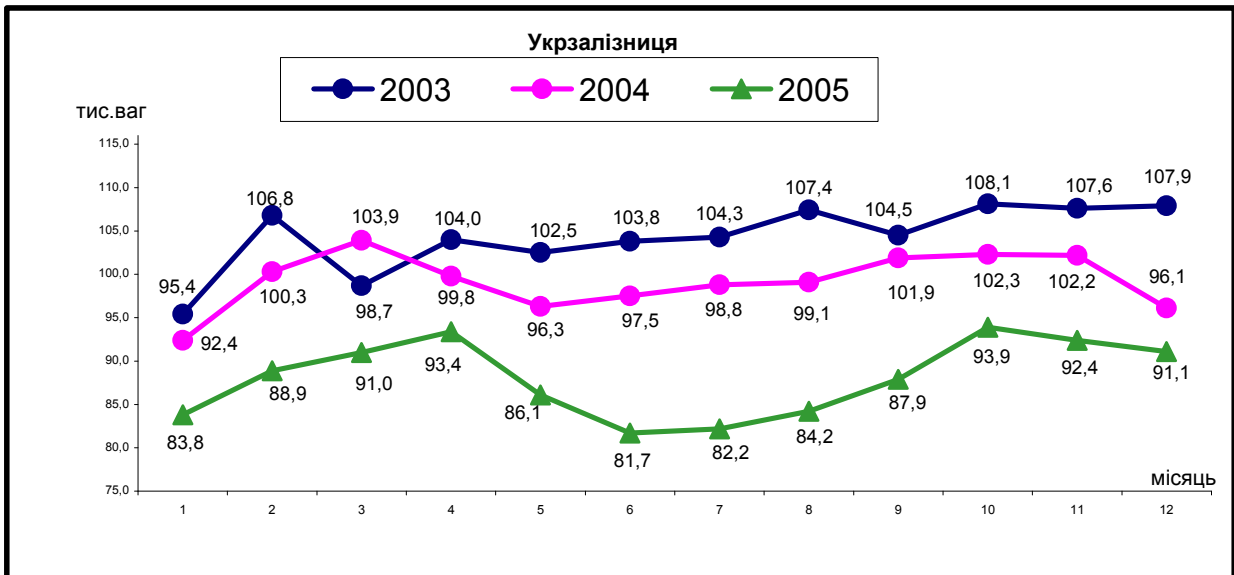


Рисунок 3 - Динаміка зміни середньодобового робочого парку вагонів по місяцях

**Постановка проблеми.** Наведене свідчить про існування *проблеми раціонального використання засобів транспорту в невизначених умовах на основі регулювання і планування вагонних парків*. Зазначена проблема існує на фоні щорічного скорочення робочого парку вагонів, що в певній мірі додає значних труднощів при організації перевізного процесу (рисунок 3).

В даний час на Укрзалізниці (УЗ) триває розробка мережної моделі на базі якої функціонує автоматизована вагонна та поїзна модель. Призначенням цієї моделі є:

- стеження за дислокацією вагонів та поїздів на полігонах УЗ (по останній операції);
- постійний контроль виконання технології роботи з поїздами та вагонами;
- надання нормативно-довідкової інформації;
- реалізація без паперової технології документообігу;
- організація інформаційних потоків паралельних матеріальним;
- прогноз надходження поїздів на станції призначення.

Безперечно, функціонування розглянутої моделі сприяє більш раціональному використанню засобів транспорту, але не враховує фактори, які спричиняють виникнення невизначеності в роботі полігонів УЗ. Також модель не дає можливості оперативному та управлінському персоналу раціонально реагувати на зміну подій з-за фактичної відсутності системи підтримки прийняття рішень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відповідно зазначеної проблеми доцільно сформулювати комплекс задач та пріоритети для їх вирішення:

1. Удосконалити існуючу технологію організації перевезень на основі інформаційного супроводження і моніторингу транспортних подій при слідуванні поїздів різних категорій з урахуванням невизначеності.
2. Удосконалити технологію організації роботи залізничних станцій на основі раціонального використання технічних засобів (вагонів, локомотивів, гірок, навантажувально-розвантажувальних пристроїв...).
3. Розробити математичну модель, що адекватно відтворює динаміку і послідовність виконання основних технологічних процесів станції.
4. Згідно пунктів 1, 2 розробити систему підтримки прийняття рішень, яка надасть можливість підвищити якість і оперативність прийняття раціональних рішень оперативно-керуючим персоналом.
5. Створити автоматизовану систему змінно-добового планування роботи станції на основі прогнозу виконання основних показників роботи з урахуванням невизначеностей, що обумовлені збільшенням або зменшенням обсягів перевезення, запланованими та незапланованими

ремонтними роботами як на залізниці так і на підприємствах клієнтів залізниці, сезонністю, наближенням до звітного періоду та інше.

6. На основі поставлених задач в попередніх пунктах, розробити систему організації експлуатаційної роботи, в основу якої буде покладено принципи самонавчання.

7. Удосконалити існуючу систему інформаційного забезпечення УЗ, в яку включені залізничні станції, шляхом впровадження комплексу математичних моделей щодо раціональної організації місцевої роботи.

Згідно наведеної етапності в даній роботі доцільно частково розглянути першу задачу, яка безпосередньо пов'язана з формуванням і просуванням поїздів різних категорій, тобто створенням динамічної моделі перевізного процесу.

Як відомо залізнична станція є основним лінійним підрозділом зародження і погашення вагоно- та поїздопотоків різних категорій (поїзди транзитні без переробки, транзитні з переробкою, свого формування, збірні, вивізні, передаточні). Відповідно до цього потрібно розробити принципові схеми функціонування системи підтримки прийняття рішень для кожної категорії поїздів від моменту їх відправлення до моменту розформування на основі прогнозування відповідного процесу перевезення.

На рисунку 4 відображено принципову схему, яка відтворює процес слідування транзитних поїздів без переробки (без зміни маси). Наведені параметри прогнозу представимо у вигляді множин:

$L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$  – множина значень відстані, км;

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множина значень швидкості слідування поїзда, км/год.;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  – множина значень часу зупинок поїзда на попутних станціях (під схрещенням, для усунення несправностей...), год.;

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$  – множина замовлень на виконання планових і непланових робіт на перегонах і станціях, що викликають ускладнення при просуванні поїзда;

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  – множина параметрів вибору раціонального маршруту слідування, в тому числі при його зміні у разі виникнення несправностей на шляху прямування (з урахуванням зв'язку, кількості головних колій...).



Таким чином сформовано певну кількість основних параметрів, які впливають на процес прямування поїзда і прибуття його на станції обробки та розформування. Існуючі методи адаптивного короткострокового прогнозування [3] не в змозі у повному обсязі врахувати всі зазначені фактори, які до того ж мають різну розмірність одиниць виміру. Тому доцільно використати методи нечіткої логіки, які можуть бути покладені в основу автоматизації процесу перевезення.

Розглянемо нечіткі підмножини зазначених множин:

-  $\tilde{U} = \{\langle \mu_U(l) / l \rangle\}$ ,  $de l \in L$ ,  $\mu_U(l) \in [0;1]$  - підмножина множини  $L$ , яка може бути визначена наступним чином: „Поїзд знаходиться на підході” (доцільно враховувати, коли поїзд знаходиться на відстані не більше ніж 20 км), тобто:

$$\mu_U(l) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } l \geq 20 \\ [0;1], & \text{якщо } l < 20 \end{cases} \quad (1)$$

-  $\tilde{V} = \{\langle \mu_V(x) / x \rangle\}$ ,  $de x \in X$ ,  $\mu_V(x) \in [0;1]$  - підмножина множини  $X$ , яка може бути визначена наступним чином: „Поїзд слідує зі встановленою швидкістю”.

-  $\tilde{S} = \{\langle \mu_S(y) / y \rangle\}$ ,  $de y \in Y$ ,  $\mu_S(y) \in [0;1]$  - підмножина множини  $Y$ , яка може бути визначена наступним чином: „Час стоянок на попутних станціях задовольняє існуючому графіку руху поїздів”.

-  $\tilde{R} = \{\langle \mu_R(z) / z \rangle\}$ ,  $de z \in Z$ ,  $\mu_R(z) \in [0;1]$  - підмножина множини  $Y$ , яка може бути визначена наступним чином: „Роботи не впливають на прямування поїзда”.

-  $\tilde{K} = \{\langle \mu_K(e) / e \rangle\}$ ,  $de e \in E$ ,  $\mu_K(e) \in [0;1]$  - підмножина множини  $Y$ , яка може бути визначена наступним чином: „Рациональний маршрут слідування”.

На основі врахування зазначених підмножин можна зробити попередній прогноз про прибуття поїзда на станцію:

- обробки:

$$T_{\text{прогн}}^{mp} = \frac{\left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + \sum t_{зуп} \right)}{\tilde{\Delta}}, \quad (2)$$

де  $T_{\text{прогн}}^{mp}$  - прогноз часу, який залишився до прибуття поїзду, год.,

$V_{cp}$  - середня швидкість ходу поїзда, км/год.,

$l_{cp}$  - середня відстань до станції виконання операції, км,

$\sum t_{зуп}$  - сума часу зупинок на маршруті прямування поїзда, год.,

$\tilde{\Delta}$  - безрозмірна величина, значення якої одержане шляхом кон'юнкції підмножин  $\tilde{U}, \tilde{V}, \tilde{S}, \tilde{R}, \tilde{K}$ , що дає можливість оцінити ступень впливу різних факторів на прямування поїзда і в підсумку спрогнозувати час його прибуття.

- розформування:

$$T_{прогн}^{тр} = \frac{\left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + \sum t_{зуп} + \sum t_{обр} \right)}{\tilde{\Delta}}, \quad (3)$$

де  $\sum t_{обр}$  - загальний час обробки поїзда на технічних станціях (від моменту прибуття до моменту відправлення), год.

$$\tilde{\Delta} = \tilde{U} \& \tilde{V} \& \tilde{S} \& \tilde{R} \& \tilde{K}. \quad (4)$$

Одержані вирази 2 і 3 у певній мірі відповідають значенню спрогнозованого часу прибуття поїзда на станцію. Наприклад одержавши  $\tilde{\Delta} = 0,9$  можна говорити про незначне відхилення часу прибуття поїзда на станцію обробки або розформування. До того ж в динамічній моделі слід передбачити моніторинг, який включатиме в себе аналіз місця знаходження поїзда по останній події або поточну інформацію про прямування поїзду (проходження поїздом роздільних пунктів, зупинки поїзда на проміжних пунктах та перегонах, відправлення з роздільних пунктів...).

В подальшому необхідно і доцільно більш детально підійти до питання попарного аналізу нечітких множин, які характеризують стан слідування поїзда, що забезпечить більш точне визначення впливу кожного з розглянутих факторів на час прибуття поїзда.

**Висновки.** В даній роботі було розроблено основні принципи, щодо розробки моделі аналізу і прогнозу прямування та прибуття транзитних поїздів в основу якої покладено основні принципи нечіткої логіки і теорії нечітких множин при безпосередньому застосуванню засобів автоматизації. Завдяки цьому одержано можливість враховувати велику



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