

УДК 656.222.5.6

О. О. БАРДАСЬ^{1*}

1* Каф. «Станції та вузли», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 373-15-12, ел. пошта bardas_oleksandr@ukr.net, ORCID 0000-0001-8772-9328

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОНАННЯ ПОЇЗНОЇ РОБОТИ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Мета. Метою даної роботи являється удосконалення нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію за рахунок врахування прогнозу розвитку поїзної ситуації та вибору раціональних параметрів архітектури нейронної мережі. **Методика.** В якості моделі вибору колії приймання поїзда обрано штучну нейронну мережу. Формування вектора вхідних параметрів пропонується виконувати на основі даних АСК ВП УЗ-Є. З метою врахування прогнозу розвитку поїзної ситуації на станції та на підходах до станції пропонується виконати декомпозицію нейронної мережі із виділенням блоку прогнозування руху та блоку безпосереднього вибору колії приймання. **Результати.** Представлена комплексна нейромережева модель дозволяє враховуючи прогноз прибуття поїздів та прогноз розвитку ситуації в парку приймання, визначати раціональні колії для приймання поїздів. При цьому прогноз прибуття поїздів представляється в явному вигляді, а прогноз розвитку ситуації в парку – в неявному вигляді (шляхом врахування моментів та послідовності прибуття поїздів в парк). **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію, що досягається за рахунок формування комплексної нейронної мережі, яка враховує прогноз прибуття поїздів на станцію та прогноз розвитку поїзної ситуації в парку, а також за рахунок встановлення раціональних параметрів архітектури, кількості нейронів у вихідному шарі нейронної мережі та способу представлення результатів моделі. **Практична значимість.** Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що представлена модель може бути використана при створенні системи підтримки прийняття рішень ДСП парку приймання при виконанні поїзної та маневрової роботи.

Ключові слова: штучна нейронна мережа, черговий по станції, прогноз прибуття поїздів, система підтримки прийняття рішень.

Вступ

Одним із основних оперативних працівників, які забезпечують якість виконання поїзної роботи на залізничній станції, являється черговий по станції – ДСП. Від ефективності його роботи значною мірою залежить виконання оперативних планів роботи, а також якість використання рухомого складу та станційної інфраструктури. Свою діяльність ДСП виконує в умовах, що характеризуються великою кількістю подій, які доводиться аналізувати, високим динамізмом розвитку та певною невизначеністю поточної ситуації, а також значними психологічними навантаженнями. Зважаючи на це, актуальним завданням являється створення систем підтримки прийняття рішень ДСП при виконанні поїзної та маневрової роботи. Підтвердженням такої думки являється інтенсифікація наукових досліджень в цій області, що відмічається останнім часом.

Правила та алгоритми прийняття рішень, якими користуються професійні ДСП в своїй роботі можна віднести до категорії знань, які

важко піддаються формалізації та структуруванню. Тут велике значення має практичний досвід роботи та інтуїція, яку з наукової точки зору можна розглядати як проекцію набутого досвіду на поточну ситуацію, в якій знаходиться ДСП. Специфіка керування поїзною та маневровою роботою вимагає використання адекватних математичних моделей, методів та підходів при розробці систем підтримки прийняття рішень ДСП. До найбільш перспективних можна віднести продукційні моделі представлення знань [1], нечітку логіку [2, 3] та штучні нейронні мережі [4, 5].

Серед основних керуючих впливів, які здійснює ДСП парку приймання на виконання поїзної і маневрової роботи на станції, слід віднести визначення послідовності виконання пересувань по станційним коліям та вибір колій для приймання і пропуску поїздів.

Необхідність вибору послідовності виконання пересувань на станції, як правило, обумовлена різним ступенем пріоритетності поїзних та маневрових операцій. Хоча іноді мають місце і інші проблемні ситуації, до яких насам-

перед можна віднести задачі вибору черговості розформування-формування поїздів [6, 7]. Останні являються досить складною проблемою, яка в рамках даної роботи не розглядається.

В даній роботі розглядається проблема раціонального вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію. При цьому алгоритми прийняття рішень ДСП формалізовано на основі штучної нейронної мережі.

Мета

Метою даної роботи являється удосконалення нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію за рахунок врахування прогнозу розвитку поїзної ситуації та визначення раціональних параметрів архітектури нейронної мережі.

Методика

Під час вибору колії приймання поїзда, ДСП керується міркуваннями забезпечення:

– приймання та пропуску поїздів без затримок, а також паралельності виконання операцій (з урахуванням розвитку ситуації в майбутньому);

– безпеки руху;

– зменшення витрат енергії, що пов'язані із розформуванням составів та переведенням стрілочних переводів.

В роботі [8] представлено нейронну мережу, яка виконує вибір колії приймання з урахуванням поточного стану колій в парку приймання (визначається наявністю поїзда на колії, його категорією та ознаками негабаритності і небезпечності вантажів) та характеристики поїзда, що приймається. Остання включає в себе категорію поїзда, ознаки негабаритності, небезпечності вантажів та довгосоставності поїзда. Слід відмітити, що представлена модель не враховує динамічної природи підсистеми розформування.

Вибір колії приймання поїзда ДСП здійснює в момент його відправлення із сусідньої станції. Враховуючи, що в середньому перегінний час ходу між станціями становить 10-15 хв, рішення доводиться приймати із урахуванням експертного прогнозу розвитку ситуації в парку приймання на глибину до 15 хв.

На коліях приймання із поїздами виконується складний комплекс технологічних операцій із підготовки составів до розпуску та їх розпуску із сортувальної гірки. Для прийняття раціональних рішень щодо приймання поїзда на ста-

нцію, ДСП повинен мати прогноз роботи парку приймання на найближчий час. Слід зазначити, що на поточний момент АСК ВП УЗ-Є не забезпечує оперативне планування таким прогнозом. Тому ДСП, як правило, керується доступними відомостями та власним досвідом, виконує експертне передбачення розвитку ситуації в парку та обирає відповідно до цього колію приймання поїзда.

Для врахування динамічної природи підсистеми розформування, вектор вхідних параметрів нейронної мережі повинен бути доповнений часовими характеристиками поїздів, що знаходяться на станції та очікуються прибуттям на станцію. Таким чином, така нейронна мережа повинна в певному вигляді (явному чи неявному) враховувати два види прогнозу: прогноз звільнення колій в парку приймання та прогноз прибуття поїздів в цей парк. Проблема полягає в тому, що параметри, які описують часові характеристики поїздів, повинні бути наявні (хоча б у перспективі) в АСК ВП УЗ-Є.

При прогнозуванні розвитку ситуації у парку приймання, ДСП орієнтується за фактичними моментами прибуття, моментами початку виконання технологічних операцій із поїздами, місцезнаходженням та станом маневрових локомотивів. При цьому в АСК ВП УЗ-Є доступна лише невелика частина цієї інформації, яка надходить у вигляді інформаційних повідомлень:

201 – повідомлення про прибуття поїзда;

09 – коректувальне повідомлення, повинно вводитися після завершення технічного огляду;

203 – повідомлення про завершення розформування поїзда.

Проте статистичні дані свідчать, що фактично коректувальне повідомлення 09 вводить одночасно із прибуттям поїзда на станцію. Таким чином, за даними АСК ВП УЗ-Є, фактично можливо визначити лише чи знаходиться поїзд в парку приймання. В зв'язку з цим в даній роботі пропонується поточний стан поїзда, що знаходиться на певній колії, описувати лише одним параметром – тривалістю знаходження поїзда на станції, що зафіксована на поточний момент. Такий параметр в неявному вигляді містить інформацію щодо черговості прибуття поїздів та ймовірного поточного етапу підготовки состава поїзда до розпуску.

Крім цього, стан кожної колії повинен бути доповнений наступними характеристиками [8]:

– стан зайнятості чи вільності колії;

– категорія поїзда, що знаходиться на колії;

- ознаки негабаритності вантажів у складі поїзда, що стоїть на колії;
- ознаки небезпечності вантажів у складі поїзда, що стоїть на колії.

Із набору перелічених параметрів формується вектор вхідних параметрів, який описує стан парку приймання в цілому:

$$\bar{X}'' = \{X''_{11}, X''_{12}, \dots, X''_{ij}, \dots, X''_{nm}\}, \quad (1)$$

де X''_{ij} – значення j -го параметру i -ї колії.

В даній роботі пропонується статичні характеристики поїзда, що очікується прибуттям на станцію [8], доповнити динамічною характеристикою – очікуваним моментом прибуття та номером підходу прибуття поїзда. Таким чином, поїзд, що прибуває на станцію, описується наступними параметрами:

- прогнозом прибуття поїзда у стохастичному вигляді;
- номером підходу прибуття поїзда;
- категорією поїзда (у розформування, транзитний, транзитний з частковою переробкою, пасажирський, ін.);
- ознакою довгосоставності поїзда;
- ознаками негабаритності вантажів у складі поїзда;
- ознаками небезпечності вантажів у складі поїзда.

Слід зазначити, що конструкція колійного розвитку парків приймання сортувальних станцій не завжди забезпечує можливість приймання поїздів із кожного окремого підходу на будь-яку колію. В зв'язку з цим, можливі ситуації, в яких вибір певної колії для приймання поїзда із умовного підходу А, не залишає можливих варіантів приймання наступного поїзда із умовного підходу Б навіть за умови наявності вільних колій в парку приймання. Тому прогноз прибуття повинен охоплювати не лише той поїзд, для якого обирається колія приймання, а і деяку множину наступних поїздів, що очікуються прибуттям на станцію. При цьому для кожного поїзда повинен бути відомим весь набір як статичних, так і динамічних параметрів:

$$\bar{X}''' = \{X'''_{11}, X'''_{12}, \dots, X'''_{ij}, \dots, X'''_{hg}\}, \quad (2)$$

де X'''_{ij} – значення j -го параметру для i -го поїзда, що очікується прибуттям на станцію.

В даній роботі з метою визначення очікуваних моментів прибуття поїздів на станцію, пропонується використати нейромережеву модель, представлену в [9] та досліджену в [10]. При цьому пропонується, комплексну нейронну мережу вибору колії приймання представити у вигляді двох послідовних нейронних мереж, так, як показано на рис. 1.

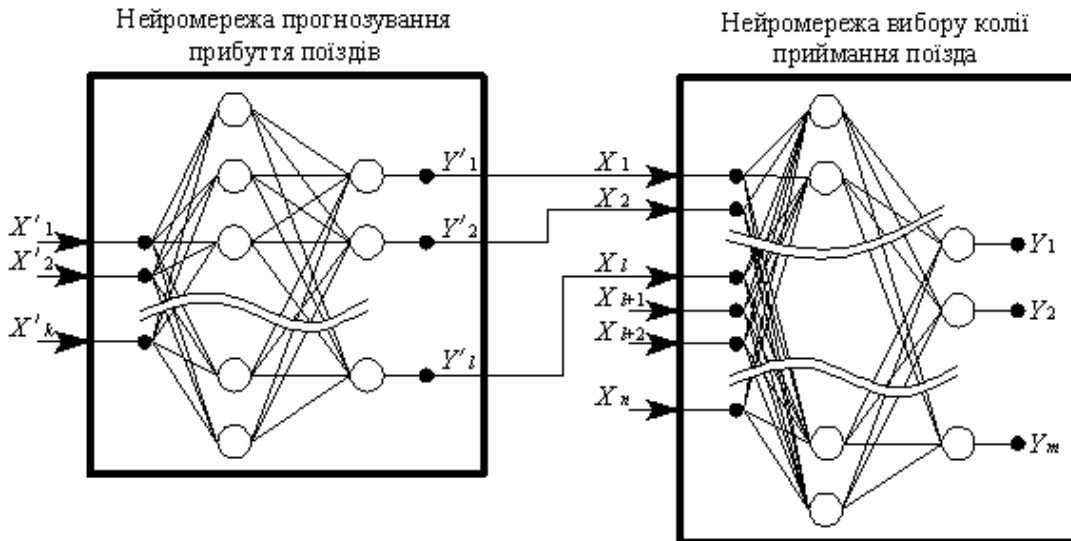


Рис. 1. Архітектура комплексної нейронної мережі вибору колії приймання поїзда

Об'єднання комплексної двохступеневої нейронної мережі в одну являється нераціональним кроком по двом причинам. По-перше, прогноз прибуття поїздів визначається на основі великої кількості факторів $\{X'_1, X'_2, \dots, X'_k\}$ (описані в [9, 10]), які впливають на вибір колії приймання поїзда лише шляхом впливу на па-

раметр «очікуваний момент прибуття». Для того, щоб не створювати зайвих синаптичних зв'язків між нейронами, спочатку слід окремо визначити цей параметр, а потім включити його у вхідний вектор наступної нейронної мережі, яка безпосередньо обирає номер колії приймання поїзда.

По-друге, навчання нейронної мережі прогнозування прибуття поїздів передбачається на основі фактичних даних виконаного руху, а навчання нейронної мережі вибору колії – на основі експертних оцінок найбільш професійних та досвідчених ДСП. Така технологія відповідає перспективній ситуації, в якій АРМ ДСП забезпечується прогнозом прибуття поїздів, отриманим на основі нейромережевої моделі прогнозування руху.

Результатом роботи нейронної мережі прогнозування прибуття поїздів являється вектор

$$\bar{Y}' = \{Y'_1, Y'_2, \dots, Y'_i, \dots, Y'_l\}, \quad (3)$$

де Y'_i – ймовірність прибуття поїзда в певний проміжок часу, який відповідає i -му інтервалу, $i = 1..l$.

На основі векторів, що описуються виразами (1-3), формується вектор вхідних параметрів нейронної мережі вибору колії приймання поїзда:

$$\bar{X} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}. \quad (4)$$

Важливим питанням являється визначення кількості нейронів у вихідному шарі нейронної мережі. Саме цей параметр визначає в який спосіб буде представлена відповідь на завдання, яке ставиться перед нейронною мережею.

Кількість нейронів у вихідному шарі багатозарового перцептронну може визначатися кількістю вихідних параметрів, що визначаються нейронною мережею [8]. Наприклад, якщо нейронна мережа визначає номер колії та номер парку, до якого приймається поїзд, то всього необхідно мати два нейрони у вихідному шарі – по одному для номера колії та номера парку. Проте слід зазначити, що у такого підходу, окрім певних переваг, є декілька недоліків, які ускладнюють можливості його застосування на практиці.

По-перше, параметр «номер колії для приймання поїзда» не являється фізичною величиною, яку можна виміряти, цей параметр являється назвою певного образу поїзної ситуації. При цьому колії, які являються найбільш близькими з експлуатаційної точки зору, можуть мати несуміжні номери. Може, наприклад, скластися ситуація, наведена на рис. 2, де зображено області раціонального вибору окремих колій для приймання поїздів. На вибір колії приймання впливає багато факторів, проте на рисунку для можливості візуального сприйнят-

тя, прийнято, що ці області визначаються лише двома абстрактними параметрами X_1 та X_2 .

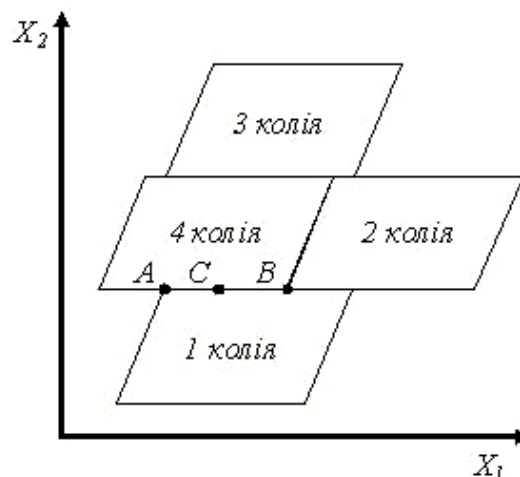


Рис. 2. Приклад некоректної класифікації поїзної ситуації.

Області вибору колії 1 та колії 4 являються суміжними. На межі цих областей (відрізок АВ) знаходяться точки (наприклад точка С), які характерні тим, що в них раціональними варіантами одночасно являються і вибір колії 1 і вибір колії 4. Тобто при переході через цю межу повинен відбуватися стрибок відразу через дві колії (2 та 3). Це свідчить про те, що функція відгуку повинна бути розривною по відрітку АВ. Отримати таку функцію відгуку шляхом підбору синаптичних ваг практично неможливо.

По-друге, в роботі ДСП парку приймання доволі рідко трапляються ситуації, які мають однозначну відповідь щодо вибору номера колії приймання. Можна стверджувати, що дуже часто для приймання поїзда існує не одна, а відразу декілька рівнозначних колій. Тобто в одній і тій же поїзній ситуації можна не порушуючи умов раціонального режиму роботи, обирати один із декількох можливих варіантів приймання поїзда. Особливо це стосується роботи в умовах низького рівня завантаження парку приймання. Тому під час навчання нейронної мережі необхідно мати можливість вказувати їй декілька допустимих колій для приймання поїзда із зазначенням відповідного ступеня доцільності вибору колії (ступеня ДВК). Аналогічним повинен бути і результат роботи нейронної мережі – він повинен бути представленим у вигляді списку колій із визначеними ступенями ДВК. Ступінь ДВК для приймання поїзда не являється тотожним такому параметру як ймовірність. Більш точною аналогією тут можна вважати поняття із теорії нечіткої логіки – сту-

пінь приналежності колії до множини «оптимальна колія для приймання поїзда».

З точки зору теорії розподілених обчислень, задачу вибору колії для приймання поїзда можна віднести до задач класифікації образів або класів. Згідно [11], для задачі класифікації на M класів, в якій об'єднання M класів формує весь простір входних сигналів, для представлення всіх можливих результатів класифікації потрібно M виходів. Тому в даній статті пропонується кількість нейронів вихідного шару визначати кількістю колій приймання та пропуску поїздів. При цьому передбачається, що кожен вихідний нейрон відповідає певній колії парку приймання та генерує сигнал в діапазоні $[0;1]$, який відповідає ступеню доцільності вибору такої колії для приймання чи пропуску поїзда. Таким чином, результатом роботи нейронної мережі вибору колії приймання являється вектор

$$\bar{Y} = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}, \quad (4)$$

де m – кількість колій в парку приймання.

Навчання нейронної мережі вибору колії приймання пропонується виконувати з використанням ергатичної моделі підсистеми розформування [12]. При цьому в моменти прийняття рішення щодо вибору колії приймання, імітаційна модель повинна зупинитися та надавати можливість особі, що виконує моделювання (ОВМ) прийняти рішення самостійно. Крім того, ОВМ повинна встановити ступені доцільності вибору кожної колії за 4-х ступеневою шкалою:

Оптимальний варіант – 1,0;

Допустимий варіант – 0,67;

Допустимий, але небажаний варіант – 0,33;

Недопустимий варіант – 0.

Числа навпроти назви кожного рівня відповідають ступеню ДВК, який передається на виході нейронної мережі в якості правильної відповіді, ці числа використовуються для визначення сигналу помилки нейронної мережі та подальшої процедури оновлення синаптичних ваг. Процедура навчання нейронної мережі завершується після того як синаптичні ваги всіх зв'язків між нейронами стабілізуються на певному рівні. Очевидно, що для виконання цієї умови необхідно, щоб ОВМ дотримувалася чітких правил у визначенні ступеня доцільності вибору тієї чи іншої колії. З цією метою в даній статті пропонується користуватися наступними правилами.

1. Ступінь ДВК «оптимальний» присвоюється тим коліям, вибір яких забезпечує відсут-

ність затримок у виконанні поїзної та маневрової роботи, а також мінімальні витрати енергії на обробку поїздів у підсистемі розформування.

2. Ступінь ДВК «допустимий» присвоюється тим коліям, вибір яких призводить до незначних затримок у виконанні маневрової роботи та появи деяких незначних додаткових витрат (збільшення витрат енергії, що пов'язане із переведенням стрілочних переводів та проходженням составів кривих малого радіусу під час насуву та розпуску із сортувальної гірки).

3. Ступінь ДВК «допустимий, але небажаний» присвоюється тим коліям, вибір яких призводить до (або істотно підвищує ймовірність) значних затримок у русі поїздів та виконанні маневрової роботи.

4. Ступінь ДВК «недопустимий» присвоюється тим коліям, приймання поїздів на які неможливе за схемою колійного розвитку, або за поїзною ситуацією (наприклад якщо колія зайнята). Колії із таким ступенем ДВК визначаються ергатичною моделлю автоматично.

Використання таких правил дозволить виконувати навчання нейронної мережі на більш якісному рівні.

Результати

Представлена комплексна нейромережева модель дозволяє враховуючи прогноз прибуття поїздів та прогноз розвитку ситуації в парку приймання, визначати раціональні колії для приймання поїздів. При цьому прогноз прибуття поїздів представляється в явному вигляді, а прогноз розвитку ситуації в парку – в неявному вигляді (шляхом врахування моментів та послідовності прибуття поїздів в парк).

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію, що досягається за рахунок:

– формування комплексної нейронної мережі, яка враховує прогноз прибуття поїздів на станцію та прогноз розвитку поїзної ситуації в парку;

– встановлення раціональних параметрів архітектури, кількості нейронів у вихідному шарі нейронної мережі та способу представлення результатів моделі.

Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що представлена модель може бути використана при створенні системи підтримки прийняття рішень ДСП парку прий-

мання при виконанні поїзної та маневрової роботи.

Висновки

Виконані дослідження дозволяють встановити наступні висновки.

1. З метою врахування прогнозу прибуття поїздів на станцію, нейромережеву модель вибору колії приймання поїзда слід сформувати на основі двох послідовних блоків – блоку прогнозування руху та блоку безпосереднього вибору колії приймання.

2. З метою зменшення ймовірності виникнення помилок класифікації поїзних ситуацій, кількість нейронів у вихідному шарі нейромережі вибору колії приймання поїзда слід визначити за кількістю колій приймання та пропуску поїздів.

3. Навчання нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда доцільно використовувати за допомогою ергатичної моделі підсистеми розформування сортувальної станції. При цьому в якості правильної відповіді нейромережі слід використовувати ступені доцільності вибору для приймання відповідних колій.

4. Результатом роботи нейромережевої моделі вибору колії приймання поїзда являється список допустимих варіантів колій із відповідними їм значеннями доцільності вибору таких варіантів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Долгий, И. Д. Динамические модели прогнозирования движения поездов в интеллектуальных системах диспетчерского управления / Долгий И. Д., Криволапов С. В. // Вестник Рост. гос. ун-та путей сообщ. – 2012. – № 4. – С. 75-81.

2. Chen, G. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic and fuzzy control systems / Guanrong Chen, Trung Pat Pham, – New York: CRC Press, 2001. – 316 p.

3. Лаврухін, О. В. Розробка моделі підтримки прийняття рішень на залізничному транспорті [Текст] / О. В. Лаврухін // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2006. – Вип. 11. – С. 84-86.

4. Bavarian, B. Introduction to neural networks for intelligent control [Електрон. ресурс] / B. Bavarian // Control Systems Magazine, IEEE. – 1988. – № 6(2). –

Р. 3-7. – Режим доступу – <http://ieeecs.org/CSM/library/1988/april1988/w03-07.pdf>. – перевірено 12.03.2016.

5. Лаврухін, О. В. Формування підходів щодо реалізації системи підтримки прийняття рішень оперативного управління поїздопотоками з розподіленим штучним інтелектом / О. В. Лаврухін // Транспортні системи та технології перевезень. – 2014. – Вип. 8. – С. 88-99.

6. Бардась, О. О. Удосконалення критерію вибору черговості розпуску составів з урахуванням завдань попереднього сортування вагонопотоків [Текст] / О. О. Бардась // Транспортні системи та технології перевезень. – 2013. – Вип. 6. – С. 5-9.

7. Бардась, О. О. Дослідження впливу точності прогнозування руху на ефективність керування черговістю розформування поїздів / О. О. Бардась // Транспортні системи та технології перевезень. – 2015. – Вип. 9. – С. 4-9.

8. Лаврухін, А. В. Формирование интеллектуальной модели функционирования железнодорожной станции при выполнении поездной работы / А. В. Лаврухін // Наука та прогрес транспорту. – 2015. – № 1(55). – С. 43-53.

9. Вернигора, Р. В. Структура та принципи функціонування прогнозової моделі роботи залізничного напрямку / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Транспортні системи і технології перевезень. – 2015. – Вип. 9. – С. 16-22.

10. Вернигора, Р. В. Дослідження ефективності використання нейронних мереж при прогнозуванні прибуття поїздів на технічні станції / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 3/3. – С. 23-27.

11. Haykin, S. Neural networks. A comprehensive foundation / S. Haykin, – Hamilton: McMaster University, 2005. – 823 p.

12. Бобровский, В. И. Количественная оценка технико-технологических параметров железнодорожных станций на основе эргатических моделей / В. И. Бобровский, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 16 – С. 50-57.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., професор О. І. Михальовим (Україна)

Надійшла до редколегії 08.05.2016.

Прийнята до друку 10.05.2016.

А. А. БАРДАСЬ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЕЗДНОЙ РАБОТЫ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Цель. Целью данной работы является усовершенствование нейросетевой модели выбора пути приема поезда на сортировочную станцию за счет учета прогноза развития поездной ситуации и выбора рациональных параметров архитектуры нейронной сети. **Методика.** В качестве модели выбора пути приема поезда выбрана искусственная нейронная сеть. Формирование вектора входных параметров предлагается выполнять на основе данных АСК ВП УЗ-С. С целью учета прогноза развития поездной ситуации на станции и на подходах к станции предлагается выполнить декомпозицию нейронной сети с выделением блока прогнозирования движения и блока непосредственного выбора пути приема. **Результаты.** Представленная комплексная нейросетевая модель позволяет учитывая прогноз прибытия поездов и прогноз развития поездной ситуации в парке приема, определять рациональные пути для приема поездов. При этом прогноз прибытия поездов представляется в явном виде, а прогноз развития ситуации в парке – в неявном виде (путем учета моментов и последовательности прибытия поездов в парк). **Научная новизна.** Научная новизна работы заключается в усовершенствовании нейросетевой модели выбора пути приема поезда на сортировочную станцию, которое достигается за счет формирования комплексной нейронной сети, учитывающей прогноз прибытия поездов на станцию и прогноз развития поездной ситуации в парке, а также за счет определения рациональных параметров архитектуры, количества нейронов в выходном слое нейронной сети и способа представления результатов модели. **Практическая значимость.** Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что представленная модель может быть использована при создании системы поддержки принятия решений ДСП парка приема при выполнении поездной и маневровой работы.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, дежурный по станции, прогноз прибытия поездов, система поддержки принятия решений.

O. O. BARDAS

IMPROVING THE INTELLIGENCE TECHNOLOGIES OF TRAIN TRAFFIC'S MANAGEMENT ON SORTING STATIONS

Purpose. The purpose of this article is to improve the neural network model of selection the receive path of the train to the rail yard by taking into account the forecast of the development of the train situation and a choice of rational parameters of the neural network architecture. **Methodology.** As a model of selection the receive path of the train selected artificial neural network. Formation of the vector of the input parameters is proposed to carry out on the basis of data of automated rail traffic management systems. To account for the forecast of the situation at the train station and on the approaches to the station proposed to decompose the neural network with the release of a block motion prediction and the block directly select the reception path. **Findings.** Representations of complex neural network model allows taking into account the forecast arrival of trains and train forecast of the situation in the arrival park, to determine efficient ways to receive trains. At the same time train arrivals forecast is presented in explicit form, and the forecast of development of the situation in the park – implicitly (by taking into account the moments and the sequence of trains arriving at the park) **Originality.** The scientific novelty of this work lies in improving the neural network model of selection of the receive path of the train at the rail yard, which is achieved due to the formation of a complex neural network that takes into account the forecast of trains arriving at the station and the outlook for the train situation in the park, as well as by the definition of rational parameters of the architecture, the number of neurons in the output layer of the neural network and a method for reporting the results of the model. **Practical value.** The practical significance of the results is that the presented model can be used when creating a decision support system chipboard reception at arrival park for supporting train and shunting work.

Keywords: artificial neural network, railway station's dispatcher, forecast of train's arrival, decision support system.