

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРИ НЕЙРОМЕРЕЖІ ДЛЯ  
ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЇЗНОЇ РОБОТИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ НАПРЯМКУ**

**DEFINITION OF RATIONAL PARAMETER NEURAL NETWORK FOR PREDICTION OF  
TRAIN OPERATION FOR THE RAILWAY IN**

Одним із важливих елементів планування поїзної роботи на залізничних напрямках є прогноз прибуття вантажних поїздів на технічні станції. При цьому виникає проблема визначення тривалості руху поїздів між технічними станціями. Очевидно, що найбільш точний прогноз щодо тривалості руху конкретного поїзда на ділянці можна отримати тільки з врахуванням комплексу факторів, які впливають як на власне процес руху поїзда, так і на його тривалість. Виконані дослідження показали, що тривалість руху поїздів між певними технічними станціями суттєвим чином залежить не тільки від власне параметрів поїзда (маса поїзда, тип локомотива), але також визначається часом (період доби) і датою (день тижня, місяць) відправлення поїзда. На основі статистичної обробки даних АСК ВП УЗ-Є про рух вантажних поїздів на залізничному напрямку Синельникове-І – Нижньодніпровськ-Вузол – П'ятихатки за січень, квітень, червень та вересень 2014 року з використанням кореляційного аналізу було визначено характер впливу кожного з вказаних факторів на величину  $t_x$ . Вказані результати в подальшому були враховані при розробці прогнозної моделі поїзної роботи на залізничному напрямку.

У якості математичного інструменту для побудови вказаної прогнозної моделі використано апарат штучних нейронних мереж, що є потужним та ефективним засобом прогнозування параметрів різних процесів. Одним з основних елементів будь-якої нейронної мережі є вхідний вектор, тож першою задачею є формалізація фактичної інформації про поїзд (маса, тип локомотива, час та дата відправлення), для якого необхідно

спрогнозувати момент прибуття на наступну технічну станцію. Оскільки вказані параметри поїздів мають різні одиниці виміру, а також можуть мати значне розходження між мінімальним та максимальним значенням одного й того ж параметра (наприклад, маса поїзда), для формування вхідних векторів нейромережі було запропоновано кодувати фактичну інформацію про поїзди у бінарному вигляді.

Важливою задачею при побудові прогнозної моделі на основі нейромережі є вибір її типу. У результаті експериментів з різними нейромережами (як мережами прямого поширення, так і рекурентними) було встановлено, що найменшу похибку отриманих результатів прогнозу, у порівнянні з фактичними даними АСК ВП УЗ-Є (навчальна вибірка), забезпечує перцептрон. Принцип роботи даної нейромережі базується на пошуку схожих параметрів відправлення поїздів у навчальній вибірці (базі статистичних даних прогнозної моделі) та формуванні відповідного значення тривалості руху поїзда при пред'явленні вхідного вектору параметрів з фактичними даними про відправлення поїзда. Таким чином, інформація про поїзд кодується та подається на вхід нейронної мережі у бінарному вигляді; результатом роботи нейромережі також є бінарний вихідний вектор, значення якого інтерпретується у певне значення  $t_x$ , а потім розраховується прогнозний час прибуття вантажного поїзда на технічну станцію.

Точність прогнозу  $t_x$  на основі перцептрону суттєво залежить від точності представлення вхідних даних про поїзд у бінарному вхідному векторі, розмірність якого

## Тези доповідей 77-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»

визначається величиною розрядів при кодуванні маси поїзда та часу його відправлення. В цьому зв'язку було виконано серію експериментів з прогнозу моделлю при різних параметрах перцептронів. Аналіз результатів проведених експериментів дозволив встановити найбільш раціональну структуру та параметри

перцептрона, що забезпечують, з однієї сторони, достатній рівень точності прогнозу, з іншої – прийнятний обсяг розрахунків. Результати виконаних досліджень є основою для розробки модуля прибуття поїздів в прогнозній моделі поїзної роботи залізничного напрямку.

УДК 656.2

*Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора, Р.Ш. Рустамов*  
*D. N. Kozachenko, R. V. Vernygora, R.Sh. Rustamov*

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПОРТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЗЕРНА ЗА СЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ГРУЗОПОТОКОВ

### INCREASING EFFEKTIVNOSTI EXPORT RAIL TRANSPORTATION OF GRAIN DUE TO THE CONCENTRATION OF CARGO FLOWS

Зерновая отрасль является одной из ключевых в экономике современной Украины и служит одним из мощных источников валютных поступлений за счет возрастающего экспорта зерна. Так, по результатам 2013-2014 маркетингового года Украина вошла в тройку крупнейших экспортеров зерна с показателем 32,3 млн. т., уступив лишь США (73 млн. т) и ЕС (38,5 млн. т). Вместе с тем, для того, чтобы зерно от производителя без потерь в количестве и качестве дошло до потребителя, необходима эффективная система его хранения, транспортировки и переработки. Учитывая стратегическую важность для экономики Украины стабильного развития зернового сектора, проблема повышения эффективности системы зерновой логистики на сегодняшний день является весьма актуальной для нашей страны.

Более 90% украинского экспорта зерновых следует через морские порты; при этом одним из основных перевозчиков, осуществляющих доставку в порты свыше 60% экспорта зерна, является железнодорожный транспорт. Существенной проблемой железнодорожной логистики экспорта зерновых грузов в Украине является распыленность погрузки по значительному числу железнодорожных станций. Концентрация грузопотоков на меньшем числе элеваторов

позволит упростить взаимодействие между железной дорогой, грузоотправителем и контролирующими органами, а также создаст возможности для маршрутизации перевозок. В то же время концентрация грузопотоков на опорных элеваторах приводит к увеличению расходов на доставку зерна на эти элеваторы автомобильным транспортом. Однако опорные элеваторы, ориентированные на маршрутизацию вагонопотоков, будут иметь возможность обеспечивать меньшую стоимость доставки зерна в порты, а также будут иметь конкурентные преимущества по сравнению с линейными элеваторами, которые не обеспечивают маршрутизацию.

С целью определения возможных мест концентрации грузопотоков для каждой станции погрузки был выполнен анализ статистических данных АСУГП УЗ-Е о железнодорожных перевозках зерна в 2012 году. Следует отметить, что для перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом характерна сезонная неравномерность (коэффициент неравномерности 1,3...1,96), что существенно влияет на выбор мест концентрации погрузки зерна. Минимальные объемы перевозок зерновых железнодорожным транспортом выполняются в июне-июле, когда урожай предыдущего года уже вывезен, а урожай текущего года еще не собран, а также в период