

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

на дисертацію *Єльнікової Лідії Олегівни* «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО КЕРУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ»,  
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту.

На рецензію надано текст дисертаційної роботи загальним обсягом 176 сторінок, з яких основного тексту 125 сторінок, і автореферат дисертації обсягом 24 сторінки. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, восьми додатків, списку використаних джерел з 166 найменувань.

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ**

Однією з проблем функціонування залізничного транспорту є випадки нерационального оперативного планування роботи парку вантажних локомотивів, що в умовах значної зношеності та дефіциту справного тягового рухомого складу призводить до нерациональних простоїв як составів, так і локомотивів та локомотивних бригад. Вирішити дану проблему можна за рахунок впровадження сучасних інформаційних технологій та автоматизованих систем управління для оперативного планування роботи локомотивного парку.

Основою такої автоматизованої системи має бути потужна та ефективна математична модель, що дозволяє при розробленні планів враховувати ситуацію на станціях та дільницях залізничного напрямку, що змінюється в часі.

Тому, тема дисертаційної роботи, яка присвячена науково-практичному вирішенню завдання підвищення ефективності експлуатаційної роботи залізничних напрямків за рахунок удосконалення оперативного керування парком вантажних локомотивів, є актуальною і відповідає основним пріоритетним

напрямам Стратегії розвитку залізничного транспорту та Транспортної стратегії України на період до 2020 року.

## **СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ**

Наукові положення та висновки, що сформульовані в дисертаційній роботі, випливають з її змісту та відображають нові результати, які отримані здобувачем.

Під час виконання досліджень використано значний обсяг статистичного матеріалу, який було отримано на реальних станціях на основі хронометражу та аналізу виконаних графіків руху поїздів і з АСК ВП УЗ-Є. Статистичну інформацію достатнього обсягу було коректно опрацьовано з використанням відповідних статистичних методів, що забезпечило необхідну достовірність одержаних висновків та дозволило підтвердити адекватність розроблених моделей та методик.

Обґрунтованість висновків та практичних рекомендацій, що запропоновані в дисертаційній роботі, підтверджується практичними та теоретичними дослідженнями.

## **НОВИЗНА НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розв'язанні актуального наукового завдання підвищення ефективності експлуатаційної роботи залізничних напрямків за рахунок удосконалення оперативного керування парком вантажних локомотивів. Зокрема у дисертації отримано наступні наукові результати:

– вперше задачу розроблення оперативного плану роботи локомотивного парку на залізничному напрямку формалізовано та вирішено як багатокритеріальну задачу про призначення із найбільш повним переліком критеріїв ефективності та можливих обмежень при закріпленні локомотивних бригад за локомотивами та складами вантажних поїздів, наведенням детального обґрунтування їх вибору та ступеню впливу на загальне рішення;

– удосконалена методика прогнозування тривалості руху вантажних поїздів на залізничних напрямках на основі використання апарату штучних нейронних мереж, що дає можливість з достатньо високою точністю визначати моменти прибуття поїздів на станції зміни локомотивів і бригад з урахуванням параметрів поїздів, а також дати та часу їх відправлення з сусідніх станцій;

– удосконалено імітаційну модель функціонування станції, що дає можливість отримувати прогноз готовності локомотивів та локомотивних бригад до відправлення з поїздами;

– удосконалено процедуру планування роботи локомотивних бригад за рахунок підвищення точності прогнозного плану відправлення поїздів, що дозволяє мінімізувати тривалість очікування бригадами відправлення зі станцій.

## **МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Для вирішення поставлених у дисертації завдань автором коректно використано сучасні методи математичної статистики, кореляційного та регресійного аналізу, імітаційного моделювання, методи теорії ймовірностей, дослідження операцій, теорії організації експлуатаційної роботи залізниць, теорії масового обслуговування, апарату штучних нейронних мереж та економіко-математичного моделювання.

## **ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ.**

За результатами дисертації опубліковано 23 наукові праці, з них: 7 наукових статей у фахових виданнях, що входять до переліку, затвердженого Департаментом атестації кадрів МОН України та включені у міжнародні бази даних, 1 наукова стаття опублікована в іноземному виданні, 1 наукова стаття опублікована в іноземному виданні, що входить до міжнародної бази даних Scopus, 2 наукових статті в інших виданнях та 12 тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях. За результатами аналізу змісту наукових праць можна зробити висновок щодо достатньої повноти викладення у них основних положень дисертації.

## **ПРАКТИЧНА ЗНАЧИМІСТЬ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.**

Результати дисертаційної роботи прийняті до впровадження в службі перевезень Придніпровської залізниці. Результати роботи також використовуються в навчальному процесі ДНУЗТ.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами, що наведені у додатках до дисертації.

## **ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ.**

Науковий та методичний рівні викладання дисертації відповідають вимогам МОН України. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

У вступі наведено загальну характеристику роботи згідно з чинними вимогами.

В першому розділі виконано всебічний аналіз сучасного стану проблеми удосконалення роботи локомотивного парку. Проведений дисертантом аналітичний огляд літератури довів, що проблема ефективного використання парку вантажних локомотивів на залізничних напрямках остаточно не вирішена. При цьому відзначається наступне:

– на якість роботи локомотивів та бригад впливає як система організації руху вантажних поїздів, так і достовірність прогнозування обсягів руху поїздів та тривалості руху між станціями. Враховуючи сучасні вимоги до організації перевізного процесу та існуючу систему пропуску поїздів, актуальною є задача створення адаптивних систем оперативного керування роботою локомотивного парку;

– аналіз існуючих методик прогнозування тривалості руху вантажних поїздів показав, що дана задача є досить складною, оскільки на цю величину впливають багато факторів – від маси поїзда до погодних умов. Тому, необхідно визначити конкретні фактори та ступінь їх впливу на тривалість руху поїздів та розробити адекватну модель прогнозування тривалості руху вантажних поїздів між станціями залізничного напрямку;

– у зв'язку зі значним рівнем зношеності парку вантажних локомотивів та вкрай низькими темпами його оновлення, найбільш перспективним

напрямок підвищення ефективності функціонування локомотивів та локомотивних бригад є удосконалення методів оперативного керування наявним парком вантажних локомотивів з використанням адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивним.

Розроблено ієрархічну структуру залізничного напрямку та визначені об'єкти, задачі та методи досліджень на кожному рівні. Використовуючи системний підхід та методи системного аналізу, наведені характеристики залізничного напрямку як системи.

У другому розділі проаналізовано сучасні умови функціонування парку вантажних локомотивів та виконано дослідження процесу руху вантажних поїздів між станціями.

Аналіз сучасних умов організації роботи вантажних локомотивів на залізничних напрямках дозволив виявити недоліки існуючої системи оперативного планування роботи локомотивного парку, серед яких є випадки непродуктивних простоїв готових до відправлення составів вантажних поїздів в очікуванні поїзних локомотивів, а також випадки очікування готовими до відправлення локомотивами з бригадами готовності составів.

Встановлені закони розподілу випадкових величин тривалості знаходження вантажних поїздів у підсистемах відправлення сортувальних станцій. Окрім того, визначено зв'язок між інтенсивністю вхідних та вихідних поїздопотоків сортувальних станцій та днем тижня і періодом доби, місяця.

В результаті виконаних досліджень тривалості руху поїздів між станціями залізничного напрямку П'ятихатки – Нижньодніпровськ-Вузол – Синельникове-1 доведений вплив часу та дати відправлення вантажного поїзда з сусідньої станції, а також його маси та типу локомотива на тривалість руху поїзда. Отримані результати використані при прогнозуванні тривалості руху поїздів між станціями залізничного напрямку.

У третьому розділі розроблено структуру адаптивної математичної моделі оперативного керування роботою локомотивного парку на залізничному напрямку, удосконалено методику прогнозування прибуття поїздів на станції, а також удосконалено імітаційну модель роботи станції.

Структура розробленої моделі включає блок формування вхідної інформації, прогнозу модель поїзної роботи напрямку, а також розрахунковий модуль. Результатом функціонування адаптивної моделі є розрахунок оперативного плану роботи локомотивів та локомотивних бригад на основі прогнозу прибуття поїздів на станції та прогнозних моментів готовності составів, локомотивів та бригад до відправлення зі станції.

Для прогнозування тривалості руху вантажних поїздів між станціями залізничного напрямку в оперативному режимі на основі інформації з АСК ВП УЗ-Є про поїзди запропоновано використання апарату нейронних мереж. У результаті виконаних досліджень було визначено, що для вирішення вказаної задачі прогнозування найбільш доцільним є використання нейронної мережі типу персептрон.

Для прогнозування моментів готовності составів удосконалена імітаційна модель станції за рахунок доповнення моделлю локомотивного депо (модулів прогнозування роботи локомотивів та локомотивних бригад, що надходять з депо).

У четвертому розділі розроблено процедуру оперативного планування роботи вантажних локомотивів та локомотивних бригад, а також виконано оцінку її ефективності.

В дисертаційній роботі задача розроблення оперативного плану роботи локомотивного парку вирішується з використанням методу декомпозиції, що передбачає розділення її на два етапи: на першому етапі розробляється план призначення бригад на локомотиви за умови мінімізації вартості простоїв рухомого складу та бригад; на другому етапі локомотиви з бригадами призначаються на состави вантажних поїздів.

Призначення бригад на локомотиви здійснюється з використанням математичного апарату задачі про призначення. Метою даної задачі є мінімізація витрат, пов'язаних з непродуктивними простоями локомотивів та бригад.

Призначення локомотивів з бригадами на состави визначається з використанням багатокритеріальної задачі про призначення. Окрім обмежень щодо періодичності виконання технічного обслуговування локомотивів і дотриманням норм праці та відпочинку локомотивних бригад, враховуються

відповідність плечей обслуговування бригад напрямкам відправлення составів, а також відповідність сили тяги локомотива масі состава. Запропонований метод планування роботи локомотивного парку дає можливість завчасно проаналізувати роботу локомотивних бригад, виявити їх нестачу або надлишок та відкоригувати час явки бригад з метою зменшення їх непродуктивного простою в очікуванні готовності составів і навпаки

## **ЗАВЕРШЕНІСТЬ У ЦІЛОМУ**

Отримані результати свідчать, що автором досягнута мета дослідження. Висновки дисертації відповідають поставленим завданням дослідження.

## **АПРОБАЦІЯ**

Матеріали дисертації докладались на 9 міжнародних науково-практичних конференціях в Україні.

## **НЕДОЛІКИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

У розділі 1 доцільно було б співставити обсяг перевезень вантажів протягом останніх років та парк вантажних локомотивів за відповідний період.

Огляд автоматизованих інформаційних систем в дисертаційній роботі не містить даних про АСУ ЛОКБРИГ, яка на сьогодні є найбільш повною системою управління цехом експлуатації локомотивного депо, що знаходиться в промисловій експлуатації. Також відсутні посилання на підсистему САПТ, використання якої для прогнозування відмов локомотивів є також доцільним, з урахуванням зношеності локомотивів.

В тексті дисертаційної роботи зустрічається «технічна станція». Більш коректним мало б бути визначення «станція зміни локомотивів та / або локомотивних бригад».

У 3-му розділі доцільно було б навести порівняння результатів прогнозування тривалості руху, розрахованих АСК ВП УЗ-Є, та за допомогою запропонованої в дисертації методики.

Наведена на рис. 3.10 модель локомотивного депо не є достатньою для прогнозування готовності локомотивів на сортувальній станції, оскільки не містить локомотивів, що вивільняються з поїздів згідно з прогнозом прибуття та розформування, та можуть бути використані без заходу до локомотивного депо. Також не наведено даних щодо адекватності моделі.

В п.2. розділу 4 описано методику мінімізації простоїв локомотивів і бригад, але не приділено уваги простою составів, в той час, як в розділі 1 є справедливим наголос саме на мінімізації простоїв составів в очікуванні локомотивів.

В дисертаційній роботі відмічено, що у науковій праці «Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів» (автори – Жуковицький І.В., Устенко А.Б., Зіненко О.Л.) оптимізація роботи локомотивів розглядається як «задача про призначення», в якій «...не враховуються локомотиви на підходах до станції». Але у вказаній роботі розглядається задача про призначення для всіх вільних локомотивів, як після ТО та ремонтів, так і з підходу поїздів, для чого використовується система ОУЕЛ. Коректно було б відмітити, що в дисертаційній роботі автором значно збільшено та детально обґрунтовано набір критеріїв багатокритеріальної задачі мінімізації витрат при призначенні локомотивів до вантажних поїздів.

В розділі 4.2 на стор.114 в нерівності (4.15) використовуються незрівнянні величини, одиниці виміру яких – кН та т.

В розділі 4.4, при описі алгоритму мінімізації простою бригад – під час розрахунку  $\Delta t_i$  та  $\Delta t_i'$  доцільно було б врахувати обмеження згідно з вимогами до тривалості відпочинку / вихідного бригади, що зайнята в вантажному русі.

В тексті дисертації та автореферату мають місце окремі помилки: орфографічні, комп'ютерного редагування та застосування роздільних знаків (сторінки 14, 16, 34, 53, 73, 97, 107, 110, 114, 119, 142).



## ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.

На підставі аналізу дисертації Єльнікової Лідії Олегівни «Підвищення ефективності перевізного процесу на залізничних напрямках за рахунок удосконалення оперативного керування експлуатацією локомотивного парку», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту, вважаю:

– сукупність представлених на захист результатів можна кваліфікувати як вирішення науково-практичного завдання підвищення ефективності експлуатаційної роботи залізничних напрямків за рахунок удосконалення оперативного керування парком вантажних локомотивів;

– нові науково обґрунтовані теоретичні та прикладні результати у сукупності мають істотне значення для розвитку конкретного напрямку забезпечення експлуатації засобів залізничного транспорту; по рівню наукової розробки, актуальності та достовірності отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам п. 11, 12, 13, 14 Постанови Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 «Про порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», які пред'являються до кандидатських дисертацій.

Офіційний опонент,

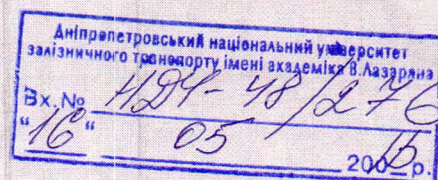
кандидат технічних наук

**Зіненко Ольга Леонідівна,**

заступник начальника Управління статистики

Публічного акціонерного товариства

«Українська залізниця»



*Ольга Леонідівна Зіненко*

О.Л. Зіненко

*Підпис Зіненко О.Л. зосвідчується*



## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію *Єльнікової Лідії Олегівни* «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО КЕРУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ»,

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту.

На рецензію надано текст дисертаційної роботи загальним обсягом 176 сторінок, з яких основного тексту 125 сторінок, і автореферат дисертації обсягом 24 сторінки. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, восьми додатків, списку використаних джерел з 166 найменувань.

### АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

В умовах демонополізації ринку транспортних послуг конкурентоспроможність залізничного транспорту України з одного боку залежить від рівня якості послуг, що пропонуються вантажовласникам, з іншого – визначається привабливістю для клієнтів тарифної політики, що, насамперед, потребує від залізниць зниження собівартості перевезень. Важливою умовою підвищення ефективності залізничних перевезень є якісне оперативне планування роботи всіх ланок перевізного процесу, що базується на раціональному використанню наявних ресурсів. Сучасний технічний стан парку вантажних локомотивів України характеризується суттєвим рівнем зношеності, що призводить до відмов тягового рухомого складу та випадків дефіциту локомотивів для забезпечення необхідних обсягів перевезень. Наслідком такої ситуації є зростання непродуктивних простоїв вагонів на технічних станціях в очікуванні поїзних локомотивів. В цьому зв'язку наразі гостро постає проблема ефективного оперативного планування експлуатації наявного локомотивного парку на залізничних напрямках. Тому дисертація Єльнікової Л.О., в якій вирішуються питання удосконалення оперативного керування роботою вантажних локомотивів, є безумовно актуальною.

## СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTI I ДОСТОВІРНOSTI НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ I РЕКОМЕНДАЦІЙ ДИСЕРТАЦІЇ

Задача підвищення ефективності планування роботи локомотивного парку на залізничних напрямках в дисертації вирішується шляхом використання широкого набору сучасних математичних методів, серед яких – теорія ймовірностей, математична статистика, імітаційне моделювання, кореляційний та регресійний аналіз, теорія масового обслуговування, апарат штучних нейронних мереж, економіко-математичне моделювання.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, розроблених у дисертаційній роботі підтверджується системним підходом до вирішення поставленої задачі, коректністю використання сучасного математичного апарату. Адекватність розроблених у дисертації моделей перевірена за допомогою спеціальних статистичних методів.

З аналізу моделей і методів, які застосовує Л.О. Єльнікова для вирішення поставленої науково-практичної задачі, можна зробити висновок, що результати, одержані та наведені в дисертації, в достатній мірі підтверджені теоретично та експериментально. Вони є обґрунтованими й достовірними, мають наукову новизну та практичну спрямованість.

### НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичне завдання підвищення ефективності роботи локомотивного парку на залізничних напрямках за рахунок зменшення непродуктивного простою рухомого складу в парках технічних станцій. В якості наукової новизни дисертації необхідно відмітити наступне:

– вперше сформульовано та вирішено багатокритеріальну задачу оперативного планування роботи локомотивного парку, що дозволяє врахувати множину критеріїв та обмежень, серед яких – тривалість та вартість простою рухомого складу та локомотивних бригад, а також пріоритетність відправлення составів, відповідність пліч обслуговування локомотивних бригад напрямкам відправлення составів та відповідність тягових характеристик локомотивів масі составів;

– вперше сформовано математичну модель прогнозування моментів прибуття вантажних поїздів на технічні станції залізничного напрямку в основу якої покладено використання апарату штучних нейронних мереж, що в свою чергу на відміну від існуючих підходів дозволяє врахувати множину факторів (час та дату відправлення поїздів, їх масу та тип локомотива тощо), які впливають на тривалість знаходження поїздів на дільниці;

– удосконалено імітаційну модель роботи технічної станції математичною моделлю локомотивного депо, що дозволяє розраховувати прогнозні моменти готовності локомотивів та локомотивних бригад до відправлення зі станції. Це в свою чергу є основою розробки оперативного плану роботи локомотивного парку;

– за рахунок підвищення точності прогнозування та планування роботи локомотивного парку в дисертації удосконалено процедуру розрахунку моментів явки локомотивних бригад, що дозволяє зменшити непродуктивні простої бригад в очікуванні відправлення зі станцій.

### ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ

За результатами дисертації опубліковано 23 наукові праці, з них: 7 наукових статей у фахових виданнях, що входять до переліку, затвердженому Департаментом атестації кадрів МОН України та включені у міжнародні бази даних, 1 наукова стаття опублікована в іноземному виданні, 1 наукова стаття опублікована в іноземному виданні, що входить до міжнародної бази даних Scopus, 2 наукових статті в інших виданнях та 12 тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях. За результатами аналізу змісту наукових праць можна зробити висновок щодо достатньої повноти викладення у них основних положень дисертації.

### ПРАКТИЧНА ЗНАЧИМІСТЬ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Результати дисертаційної роботи прийняті до впровадження в службі перевезень Придніпровської залізниці, а також використовуються в навчаль-

ному процесі у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами, що наведені у додатках до дисертації.

### ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Науковий та методичний рівні викладання дисертації відповідають вимогам МОН України. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

У вступі наведено загальну характеристику роботи згідно з чинними вимогами.

В першому розділі проаналізовано методики удосконалення роботи локомотивного парку. Відмічено, що проблема ефективного використання локомотивів та локомотивних бригад потребує нових підходів до її вирішення. Визначено, що на якість роботи як локомотивів і бригад, так і локомотивного парку в цілому, впливає система організації роботи локомотивних бригад, дотримання норм періодичності технічного обслуговування та ремонтів локомотивів, а також система організації руху вантажних поїздів.

Автором зроблено акцент, що у зв'язку зі зміною моделі управління роботою залізничного транспорту в цілому, необхідно розробляти нові підходи до керування роботою окремих ланок та підрозділів залізниць, в тому числі і локомотивного парку.

На основі системного підходу визначені характеристики залізничного напрямку як системи, розроблено його ієрархічну структуру, встановлено об'єкти, задачі та методи досліджень на кожному рівні.

У другому розділі виконано аналіз сучасних умов функціонування локомотивного парку, а також досліджено процес руху вантажних поїздів між технічними станціями.

Відмічено, що незадовільний технічний стан тягового рухомого складу є однією з причин несвоєчасної подачі поїзних локомотивів під готові до відправлення состави вантажних поїздів, що призводить до збільшення тривалості непродуктивних простоїв на технічних станціях як составів, так і локомотивів

та локомотивних бригад. При цьому, трапляються випадки нераціональної організації роботи наявного локомотивного парку.

Дослідження процесу руху вантажних поїздів між технічними станціями залізничного напрямку дозволили виділити фактори, які в тій чи іншій мірі впливають на тривалість знаходження поїздів на дільниці. Визначено, що на тривалість руху поїздів, окрім технічних характеристик залізничних ділянок, впливають час та дата їх відправлення з сусідньої технічної станції, а також маса поїздів та тип локомотива. Отримані результати в подальшому були використані при прогнозуванні тривалості руху вантажних поїздів.

У третьому розділі розроблено структуру адаптивної моделі оперативного керування роботою локомотивного парку, основними елементами якої є модуль прогнозу прибуття поїздів, імітаційна модель роботи технічної станції та розрахунковий модуль для оперативного планування роботи локомотивів та локомотивних бригад.

Запропонована в дисертаційній роботі методика прогнозування тривалості руху вантажних поїздів розроблена із застосуванням сучасного потужного математичного апарату штучних нейронних мереж на основі попередньо виконаних досліджень процесу руху вантажних поїздів між технічними станціями залізничного напрямку. В роботі перевірена адекватність розробленої методики, а також відзначено достатню точність отриманих розрахунків.

Доповнення імітаційної моделі роботи технічної станції математичною моделлю локомотивного депо дозволило удосконалити модель станції та, в результаті, отримувати прогнозні моменти готовності составів вантажних поїздів до відправлення зі станції, а також прогнозні моменти готовності локомотивів та локомотивних бригад до відправлення з поїздом.

В четвертому розділі розроблена двоетапна процедура оперативного планування роботи локомотивного парку, основою якої є прогнозні моменти готовності локомотивів, бригад та составів вантажних поїздів до відправлення з технічної станції.

Використання математичного апарату багатокритеріальної задачі про призначення дало змогу врахувати такі критерії як тривалість та вартість про-

стою рухомого складу та бригад, а також пріоритетність відправлення составів, відповідність тягових характеристик локомотивів масі составів, відповідність пліч обслуговування локомотивних бригад напрямкам відправлення составів.

Автором також запропонована удосконалена методика розрахунку моментів явок локомотивних бригад, яка дозволяє підвищити якість оперативного планування роботи локомотивного парку за рахунок скорочення тривалості непродуктивного простою бригад в парках станції

### ЗАУВАЖЕННЯ ПО РОБОТІ

1. При формуванні наукової новизни є певні некоректні моменти, які містяться в тому, що автор не зазначає, які добутки ним саме було досягнуто на відміну від діючих підходів.
2. В дисертаційній роботі дещо перебільшено обсяг першого розділу.
3. Традиційно саме перший розділ присвячується аналізу. В даній роботі другий розділ також присвячено аналізу.
4. В розділі 3 даної дисертаційної роботи було відтворено модель формального нейрона (рис. 3.4) та приклади існуючих типів нейронних мереж (рис. 3.5). Разом із тим в роботі у явній формі персептрона не наведено.
5. В роботі зазначено, що "Кількість нейронів  $N$  у шарі відповідає кількості поїздів у навчальній вибірці" і разом із цим не зазначається кількість шарів персептрона.
6. На рисунку 3.8 визначено, що вихід персептрона буде у вигляді вектора, хоча перед цим цього не було зазначено.
7. В дисертації доцільно було б навести економічну оцінку втрат залізниць через непродуктивні простої составів, локомотивів та локомотивних бригад на технічних станціях в очікуванні відправлення, що дозволило б оцінити загальний ефект від впровадження запропонованої адаптивної системи керування.
8. На тривалість руху поїздів між станціями впливає наявність на залізничних ділянках «вікон» для проведення ремонтних робіт та обмежень

швидкості; однак, розроблена у дисертації прогнозна модель залізничного напрямку не враховує цих факторів.

9. В дисертації доцільно було б розробити схему взаємодії запропонованої адаптивної системи керування локомотивним парком з існуючими на залізниці автоматизованими системами.

### ПІДСУМКОВИЙ ВИСНОВОК ПО ДИСЕРТАЦІЇ

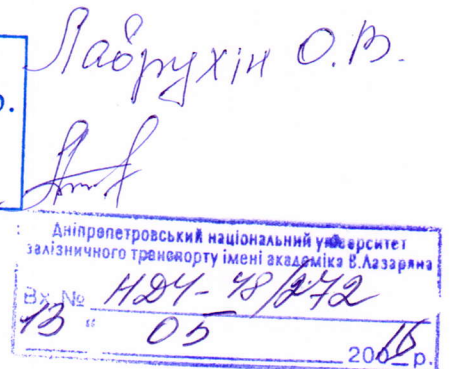
В цілому дисертація Єльнікової Лідії Олегівни виконана на достатньо високому рівні, є завершеною науково-прикладною роботою, в якій отримані нові наукові результати в галузі експлуатації та ремонту засобів транспорту. Дисертація і автореферат написані грамотною науковою мовою, оформлення виконано у відповідності до вимог МОН України. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Актуальність поставленої у роботі теми, новизна отриманих результатів, їх достовірність і обґрунтованість, застосовані автором методи вирішення поставлених задач дають підстави вважати, що робота Єльнікової Л.О. «Підвищення ефективності перевізного процесу на залізничних напрямках за рахунок удосконалення оперативного керування експлуатацією локомотивного парку», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор – Єльнікова Лідія Олегівна заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю – 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук,  
завідувач кафедрою «Управління  
вантажною та комерційною роботою»  
Українського державного університету  
залізничного транспорту, професор



Особистий підпис  
засвідчую 12.05 2016 р.  
Завідуючий канцелярією  
УкрДУЗТ



О.В. Лаврухін