МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

КЛИМЕНКО ІВАН ВІКТОРОВИЧ

УДК 519.85:656.2(043.3)

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата економічних наук

Дніпро – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Скалозуб Владислав Васильович,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
декан факультету «Комп'ютерні технології і системи».

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор
Порохня Василь Михайлович,
Класичний приватний університет (м.Запоріжжя),
професор кафедри економіки;

кандидат економічних наук ,доцент
Удачина Катерина Олександрівна,
Національна металургійна академія України (м.Дніпро)
доцент кафедри економічної інформатики.

Захист відбудеться «15» квітня 2021 р. о 12:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.03 Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ауд. 314.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ауд. 262.

Автореферат розісланий «12» березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____ І. І. Рекун

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Залізничний транспорт України (ЗТУ) є базовою самостійною галуззю народного господарства України, яка займає важливе місце в економіці країни, сприяє розвитку продуктивних сил і соціальної сфери, зміцнює міжрегіональні зв'язки тощо. Сучасний ЗТУ − це надскладна структурована ієрархічна система, виробнича діяльність якої характеризується значним числом технологічних та господарчих процесів з високим ступенем складності та широким застосуванням засобів автоматизованих систем керування (АСК). Ефективність функціонування ЗТУ залежить від якості технологічних та інших процесів, методик планування та узгодженості роботи всіх його окремих підприємств.

Визначенню властивостей господарських, технологічних, експлуатаційних та відповідних економічних процесів підприємств у тому числі ЗТУ присвячені дослідження Аксьонова І.М., Бараша Ю.С., Босова А.А., Бутько Т.В., Гненного О.М., Ломотька Д.В., Марценюк Л.В., Мацюка В.І., Міщенка М.І., Ейтутіса Г.Д., Пшінька О.М., Рекуна І.І., Тартаковського Е.Д., Диканя В.Л., Зіненко О.Л., Козаченка Д.М., Осовика В.М., Прохорченка А.В., Чередниченка М.С., та багатьох інших вчених. В них, зокрема, відзначається наявність значного числа недетермінованих, стохастичних і невизначених складових процесів функціонування ЗТУ.

Дослідженням проблем економіко-математичного моделювання, розвитку та створенню уніфікованих засобів АСК присвячені дослідження Вітлинського В.В, Скалозуба В.В., Рамазанова С.К., Порохні В.М., Суслова О.П., Черняка О.І., Благуна І.С., Максишко Н.К., Соколовської З.М., Захарченка П.В., Соловйова В.М., Клебанової Т.М., Удачиної К.О., Каткової Т.С., Кишакевич Б.Ю., Ковальчука К.Ф., інших вчених.

Дослідження джерел та закономірностей впливу множини зовнішніх та внутрішніх факторів на параметри підприємств ЗТУ дозволили встановити, що стохастична і нечітка невизначеність є важливою характерною ознакою процесів і систем залізничного транспорту. Зокрема показано, що разом з недетермінованістю процесів (НДП) ватажних перевезень існуюча зараз на ЗТУ організація технологій ремонту (вагонів, локомотивів ін.) не враховує їх імовірнісний характер, що призводить до збільшення простоїв, додаткових економічних втрат та зниження ефективності діяльності в цілому.

Разом з тим, переважна більшість базових АСК на підприємствах ЗТУ є інформаційними або інформаційно-аналітичними, але не містять достатньо повних технологічних та економіко-математичних моделей складних процесів ЗТУ при невизначеності, засобів інтелектуального аналізу накопичених і поточних даних АСК ЗТУ.

Вибір теми дисертації, її мета та завдання зумовлені тим, що недостатньо дослідженими залишаються питання економіко-математичного моделювання, прогнозування та управління діяльністю підприємств ЗТУ в умовах невизначеності, а також розвитку та створенню удосконалених економіко-математичних моделей та засобів інформаційних технологій НДП АСК ЗТУ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалася в рамках науково-дослідних робіт кафедри «Комп'ютерних інформаційних технологій» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за темами: «Розробка методів аналізу і оптимального планування потоків у транспортних мережах з урахуванням індивідуальних властивостей засобів перевезень, статистичних і нечітких вихідних даних» (номер держреєстрації 0107U005242); «Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на основі уніфікованих інтелектуальних технологій процесів перевезень та експлуатації парків технічних систем» (номер держреєстрації 0117U004392); та відповідно до Стратегічного плану розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року (затверджено наказом Міністерства інфраструктури України від 21 грудня 2015 р. № 547). Внесок здобувача полягає в розвитку методів аналізу та класифікації динамічних процесів, представлених антиперсистентними часовими рядами (АЧР), а також у розробці нечітких багатокритеріальних моделей планування розподілу компонентів парку транспортних систем між ремонтними базами з урахуванням спеціалізації та кооперації виконавців.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення теоретико-методичного забезпечення моделювання процесів оцінок, прогнозування та управління підприємствами залізничного транспорту в умовах невизначеності.

Досягнення зазначеної мети спирається на вирішення наступних завдань:

- визначити можливості і застосувати методи та характеристики хаотичної динаміки до аналізу і прогнозування НДП діяльності підприємств залізничного транспорту за умов збурень зовнішнього середовища;
- розробити концепцію оцінки, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств залізничного транспорту України в умовах невизначеності, з урахуванням вимог АСК ЗТУ;
- провести класифікацію НДП, представлених АЧР, розробити рекомендації щодо практичного застосування результатів класифікації;
- запропонувати методи уніфікованого діагностування та планування економічних процесів технологічної експлуатації парку технічних систем в умовах невизначеності;
- розробити моделі уніфікованого нечіткого діагностування параметрів економічних НДП ЗТУ, а також процесів з неоднорідними умовами невизначеності;
- удосконалити метод планування та прогнозування показників виробничих НДП на основі методу Т. Демарка;
- розвинути та обґрунтувати економіко-математичну модель логістичного відображення, для аналізу, оцінки та прогнозування параметрів виробничо-господарчих НДП ЗТУ;
- розвинути інформаційну підсистему планування завданням із визначення черговості обслуговування об'єктів парку залізничних технічних систем за економічними критеріями автоматизованої системи управління (АСУ);

- удосконалити нечітку багатокритеріальну модель планування розподілу робіт між декількома виконавцями ремонтів основних фондів ЗТУ за умов їх кооперації та конкуренції.

Об'єктом дослідження є процеси оцінки, прогнозування та управління діяльністю підприємств залізничного транспорту.

Предметом дослідження є сукупність моделей, методів та інформаційних технологій оцінки, прогнозування та управління підприємствами залізничного транспорту в умовах невизначеності.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у роботі завдань використовувались загальнонаукові методи, фундаментальні положення зарубіжної та вітчизняної науки та прийоми: с*истемний підхід* – до вивчення технолого-економічних процесів (ТЕП) підприємств ЗТУ дозволив дослідити особливості методів моделювання, прогнозування та управління в умовах невизначеності (підрозділи 1.3, 2.1); *хаотичної динаміки та нечіткого управління* – при розробці уніфікованої моделі діагностування та прогнозування станів нечітких процесів в середовищі АСК ЗТУ (підрозділи 2.2, 3.3.1); *теорії прийняття рішень* – для розробки індивідуальних інформаційних моделей процесів експлуатації та моделі визначення оптимальної черговості груп об'єктів парку технічних систем ЗТУ (підрозділ 3.3); *логіко-аналітичного аналізу* – для розроблення концепції планування, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності (розділ 1); *графічного аналізу* – для наочного подання статистичного матеріалу та схематичного зображення теоретичних і практичних положень дисертації (підрозділ 2.1 та 2.3); *абстрактно-логічного аналізу* – для узагальнення, формулювання висновків і рекомендацій.

Інформаційною базою дослідження стали законодавчі та нормативні акти, звітні дані АТ «Укрзалізниця», результати наукових досліджень, матеріали науково-практичних конференцій, публікації зарубіжних і вітчизняних авторів та інші джерела.

Наукова новизна одержаних результатів.

вперше:

- запропонована концепція оцінки та прогнозування діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності на базі використання сукупності моделей: хаотичної динаміки, розширеного логістичного відображення, оптимальної черговості обслуговування груп об'єктів парку технічних систем ЗТУ, індивідуальних інформаційних моделей процесів експлуатації об'єктів парку технічних систем середовища АСК, уніфікованій моделі діагностування та прогнозування станів нечітких процесів ЗТУ з декількома видами невизначеності в середовищі АСК та на удосконаленому методі Т. Демарка, що дає змогу ефективно прогнозувати діяльність підприємств ЗТУ та застосовувати комплекси АСК для підтримки процедур прийняття рішень.

удосконалено:

- науково-методичний підхід до класифікації ТЕП, представлених АЧР спостережень, що відрізняється процедурою класифікації упорядкованих даних

та дозволяє виявити додаткові ознаки зазначених процесів, за рахунок чого підвищити достовірність і точність результатів прогнозування;

- теоретико-методичний підхід до формування економіко-математичної моделі інформаційної технології із забезпечення оптимального планування процесів обслуговування комплексів об'єктів парку технічних систем з урахуванням стохастичних факторів, що дозволяє, на відміну від існуючих, мінімізувати очікувані додаткові витрати за період планування та відрізняється груповим обліком черговості обслуговування об'єктів парку, а також застосуванням процедури класифікації даних моніторингу процесів експлуатації;

- метод нечіткого логічного виведення, призначений для вирішення завдань діагностування нечітких станів та, на відміну від існуючих, відрізняється обліком станів з декількома видами невизначеності економічних процесів і систем, що дає можливість формування інформаційного забезпечення платформи аналітичних серверів середовища АСК ЗТУ;

- метод Т. Демарка, призначений для прогнозування показників виробничих НДП, що відрізняється від існуючих процедурою, яка забезпечує можливість отримувати оцінки точності прогнозу для визначеної області очікуваних значень.

набули подальшого розвитку:

- економіко-математична модель, яка узагальнює структуру логістичного відображення та призначена для аналізу і управління економічними процесами на основі даних спостережень, що дозволяє розширити склад керуючих параметрів моделей об'єктів функціонування, а також нечітку багатокритеріальну модель із розподілу робіт між декількома виконавцями ремонтів основних фондів ЗТУ за умов їх кооперації, а також при конкуренції за обсяги роботи, яка забезпечує оптимальне планування завдань з нечіткими вихідними даними;

- інформаційне забезпечення АСК ЗТУ, що на відміну від відомих, сформоване на основі уніфікованих процедур прийняття рішень у середовищі аналітичних серверів АСК, які забезпечують уніфіковане вирішення завдань діагностування станів виробничо-господарських процесів з нечіткими характеристиками, а також з неоднорідними умовами невизначеності, та відрізняються методом логічного виводу, спеціалізованим для завдань діагностування, а також процедурою класифікації часових рядів (ЧР) даних, що характеризують виробничо-господарські процеси ЗТУ.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що обґрунтовані в дисертації теоретико-методичні підходи та практичні рекомендації можуть бути використані для підвищення технологічної та економічної ефективності автоматизованого управління НДП ЗТУ за рахунок удосконалення математичних моделей і методів аналізу НДП щодо підвищення якості інформаційного забезпечення АСК ЗТУ, а також удосконалення процедур аналізу станів, діагностування, прогнозування та оптимального планування.

Положення дисертаційного дослідження використано в практичній діяльності зокрема: при створенні прототипів програмних засобів платформи

аналітичних серверів автоматизованих систем АСК ВП УЗ-Є управління вантажними перевезеннями Укрзалізниці (авторське свідоцтво на твір № 86555 від 06.03.2019 // Скалозуб В.В., Клименко І.В. «Удосконалений метод та інформаційна технологія дистанційного керування експлуатацією парку залізничних стрілочних електродвигунів за параметрами поточного та прогнозованого стану з використанням процедур класифікації антиперсистентних процесів»); в навчальному процесі для підготовки магістрів за спеціальностями «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерна інженерія» та «Кібербезпека» при викладанні дисциплін: «Розробка експертних та інтелектуальних систем», «Інфраструктура, телематика та інформаційні технології ІТС» та при виконанні дипломних магістерських робіт в Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (акт використання результатів від 09.09.2020 р.); авторське свідоцтво на твір 62171/2015 «Процедури оперативного прогнозування недетермінованих і антиперсистентних технолого-економічних процесів залізничного транспорту».

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійним завершеним науковим дослідженням. Визначені та обґрунтовані в дисертації наукові положення, висновки та пропозиції, одержані практичні результати є особистим внеском здобувача. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертаційній роботі використано лише ті ідеї та положення, які отримані автором особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та були схвалені на 10 міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, зокрема: «Проблеми економіки транспорту» (2010, 2012-2015 р.р., м. Дніпро); «Сучасні інформаційні технології на транспорті, у промисловості та освіті» (2010, 2012 р.р., м. Дніпро); «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті» (2010 р., м. Яремче); «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (2012 р., Харків); «Актуальні проблеми модернізації економіки та фінансової системи України» (2014 р., м. Черкаси).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 21 наукову працю, серед яких 10 статей у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 1 – у наукових фахових виданнях, 10 матеріалів і тез доповідей на науково-практичних конференціях), 2 авторських свідоцтва на твір. Загальний обсяг наукових праць становить 6,25 ум. друк. арк., з яких особисто здобувачеві належить 3,38 ум. друк. арк.

Обсяг та структура та роботи. Дисертація складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 195 сторінок, у т.ч., основний текст займає 175 сторінок (7 ум. друк. арк.). Матеріали дисертації проілюстровано 73 рисунками, 1 таблицею та містять 9 додатків (11 сторінок). Список використаних джерел налічує 152 найменування і викладений на 15 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дисертаційної роботи містить: обґрунтування її актуальності, інформацію про зв'язок з науковими програмами, мету і завдання дослідження, сформульовані об'єкт і предмет дослідження, застосовані методи дослідження, характеристику наукової новизни і практичного значення отриманих результатів, інформацію про особистий внесок автора, апробації результатів і публікації.

У розділі 1 «Теоретичні засади моделювання та управління виробничо-господарською діяльністю підприємств залізничного транспорту в умовах невизначеності» досліджено теоретичні засади моделювання, оцінки, прогнозування та управління виробничо-господарською діяльністю підприємств ЗТУ в умовах невизначеності. Проведено аналіз наукових досліджень щодо сучасних досягнень та наявних проблем автоматизації управління, прогнозування і оцінки неоднорідних технологічних та відповідних економічних процесів ЗТУ, а також встановлена їх недетермінована сутність. Досліджено питання змісту автоматизованого управління виробничо-господарською діяльністю підприємств, прикладів та можливостей застосування моделей та методів інформаційних технологій автоматизованих систем управління ТЕП промислових підприємств. Досліджено властивості та проведена оцінка параметрів НДП промислових підприємств та підприємств ЗТУ. На підставі проведених досліджень запропоновано новий концептуальний підхід щодо оцінки, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності (рис.2).

Реалізація завдань цієї концепції передбачає розробку відповідних концептуальних засад, теоретичних основ та формування методичних підходів до створення математичних моделей і методів їх реалізації, а також вироблення сценаріїв і процедур автоматизації процесів управління діяльністю підприємств на основі АСК ЗТУ.

На рис. 1 приведено приклад технологічного НДП ЗТУ, що наочно свідчить про складність завдань оперативного діагностування і прогнозування їх параметрів та планування перевезень.

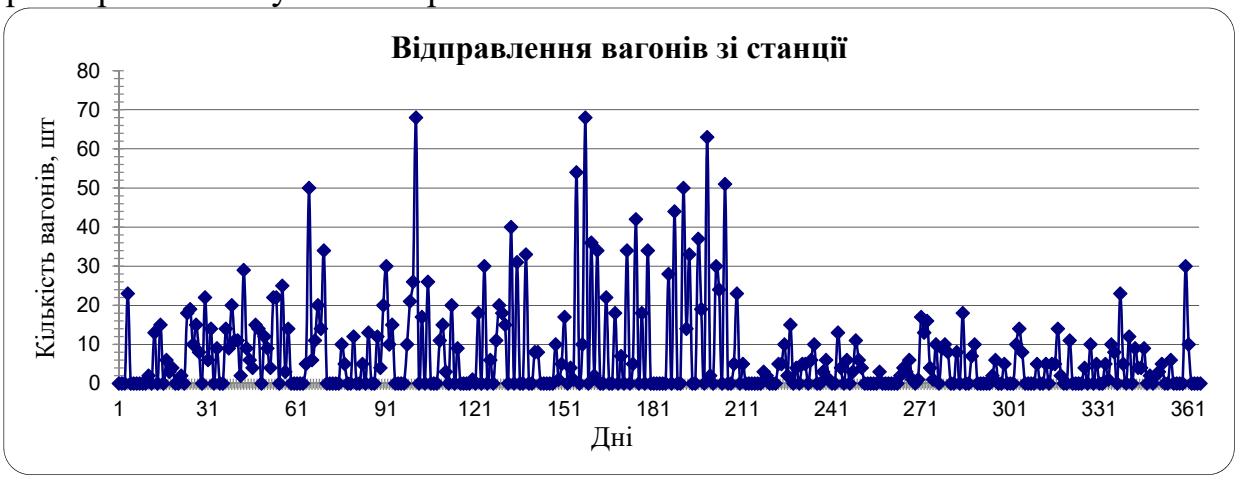

Рис. 1. Динаміка відправлення вагонів зі станції протягом календарного року

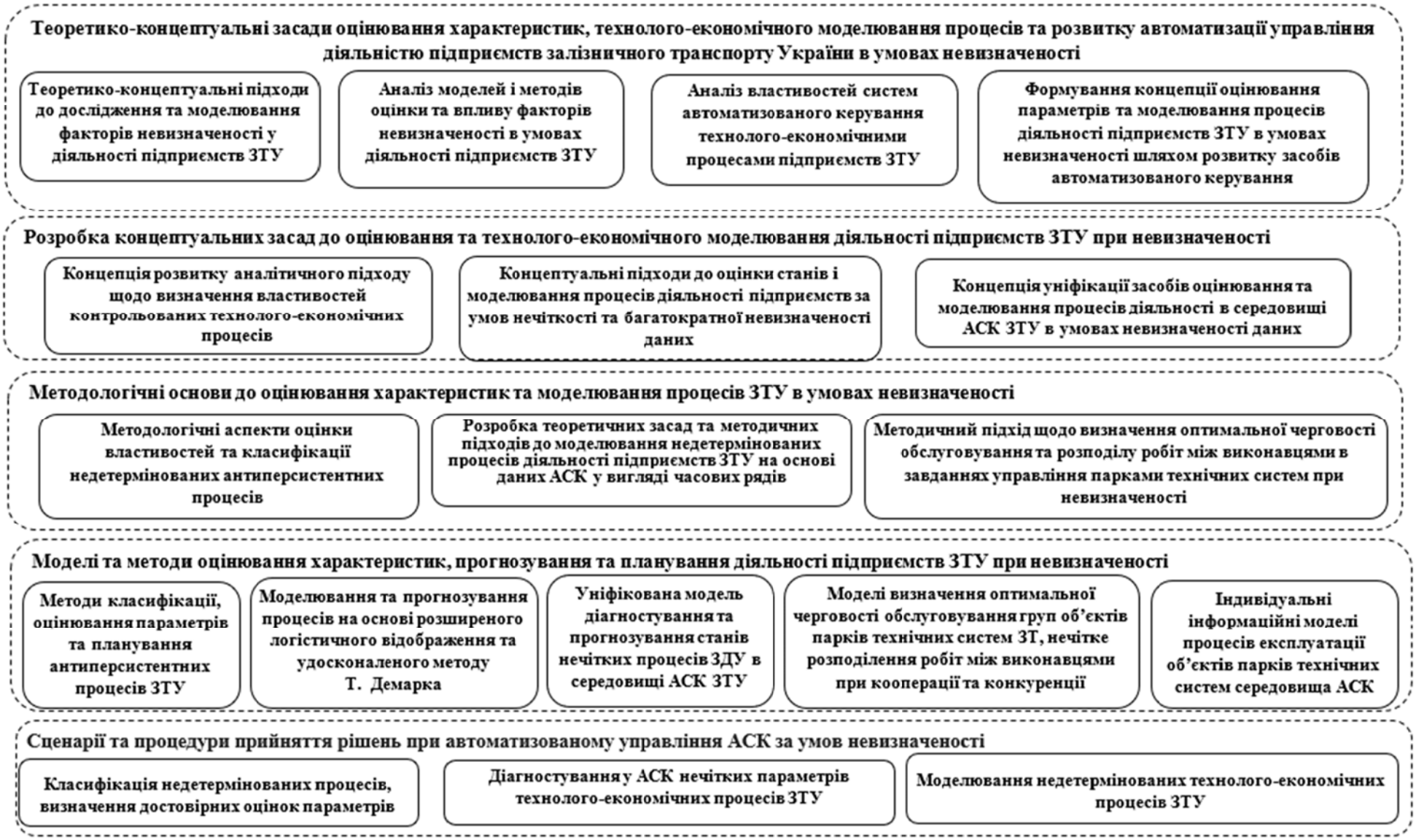

Рис. 2. Концепція оцінки, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств залізничного транспорту України в умовах невизначеності

Складність процесів поїздоутворення, технологій здійснення вантажних перевезень, функціонування транспортної інфраструктури та її об'єктів (залізничні вузли, станції, транспортні коридори і та ін.), а також відповідних економічних процесів, призводять до виникнення подій і ситуацій з принципово недетермінованими параметрами. Перелічені інші фактори, обумовлюють відсутністю загальних математичних моделей для численних процесів ЗТУ щодо розрахунку економіко-технологічних показників.

У розділі 2 «Дослідження та моделювання виробничо-господарських процесів підприємств залізничного транспорту з урахуванням умов невизначеності» визначені та досліджені властивості виробничо-господарських процесів підприємств ЗТУ з урахуванням умов невизначеності, запропоновано теоретичні засади та розроблено засоби концепції, представлена модель реалізації концепції оцінки, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності (рис. 4.).

У розділі запропонований теоретико-методичний підхід до вирішення завдань класифікації АЧР. Запропонована спеціалізована процедура узагальнення – ПКР (рис. 3), призначена для класифікації ЧР шляхом аналізу послідовностей величин, отриманих на основі показника Херста:

$$H = \frac{log(R/S)}{log(a * N)} \qquad (1)$$

де H – показник Херста; S – середнє квадратичне відхилення ряду спостережень; R – розмах накопиченого відхилення; N – число періодів спостережень; a – задана константа.

Процедура дозволяє, диференціювати АЧР, віднести їх до деяких різних класів та виконувати прогнозування значень сумарних об'ємних показників модифікованого ряду за встановлений інтервал (період узагальнення даних). За процедури ПКР відкривається можливість кількісного аналізу АЧР, причому лише на виявленому при класифікації інтервалі.

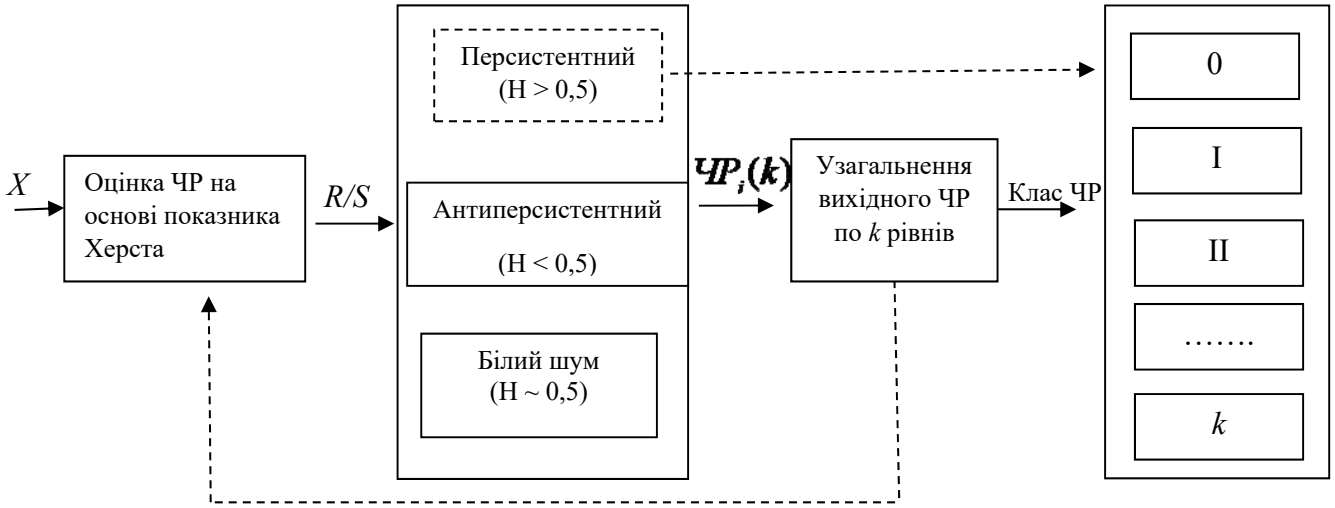

Рис. 3. Схема процедури класифікації ЧР

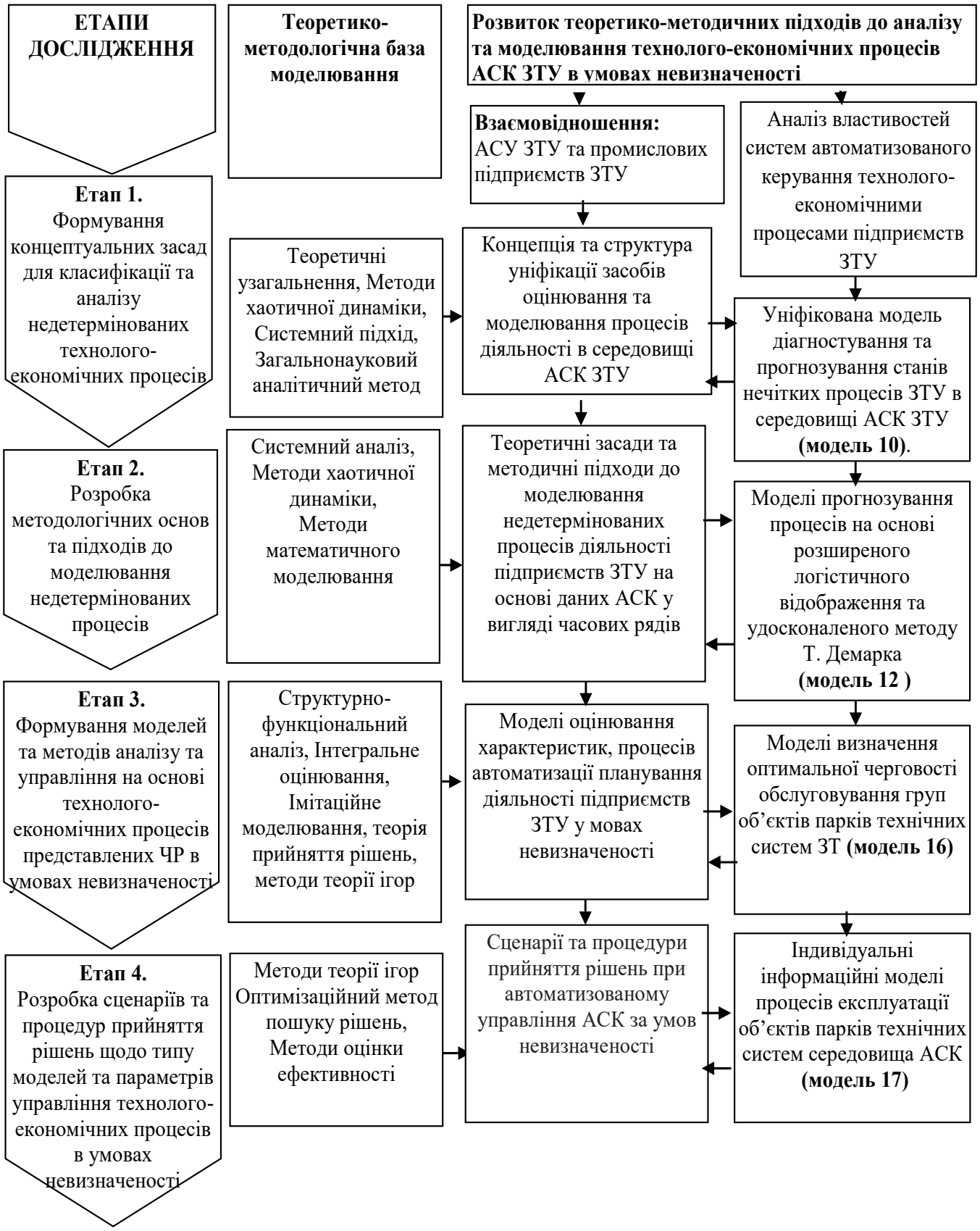

Рис. 4. Модель реалізації концепції оцінки, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності

Для можливості оперативного планування показників таких НДП запропоновано теоретико-методичний підхід та математичну модель, що забезпечують можливість прогнозування оцінок досліджуваних показників всередині інтервалів АЧР. Для цього будують похідний ЧР(k_2) (шляхом агрегації початкових рівнів), починаючи з 2-го рівня. Тобто ЧР$_1$(k_2) (Y_1) та ЧР$_2$(k_2)((Y_2)) будуть зміщені один від одного на 1 рівень. а всі рівні початкового ЧР, починаючи з другого, будуть включені в похідні ЧР.

Далі за співвідношенням, вирахуємо Δ_1 та Δ_2:

$$Y_1(1) = \Delta_1 + \Delta_2 \quad (2)$$

$$Y_2(1) = \Delta_2 + \Delta_3 \quad (3)$$

Оскільки Δ_1 є складовим ЧР$_1$(k_2), визначаємо значення Δ_2, далі параметр Δ_2 використовують для оцінки Δ_3 і т.д. Таким чином можливо визначити всю внутрішньо інтервальну послідовність рівнів, що формально зводиться до рішення систем рівнянь.

Для оперативного прогнозу виробничо-господарських НДП ЗТУ та їх аналізу (наприклад, вагонопотоку) розроблено теоретико-методичний підхід та удосконалено метод Т. Демарка, за яким запропоновано розглядати кожний інтервал ЧР як окрему характеристику ряду:

$$X = \frac{(min\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\} + max\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\} + 2 * \text{Знач}_{\text{сред}})}{2} \quad (4)$$

$$Y = \frac{(X - max\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\}) + (X - min\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\})}{2} \quad (5)$$

де: Y – прогнозне значення; Знач1,Знач2 – попередні значення ряду; Знач$_{\text{сред}}$ – середнє арифметичне Знач1 таЗнач2; $max\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\}$ - максимум із двох значень; $min\{\text{Знач2}, \text{Знач1}\}$ – мінімум із двох значень.

Встановлено, що взаємозв'язок між сусідніми рівнями ЧР ТЕП значимий: попередній рівень суттєво впливає на наступний, але для побудови оперативного прогнозу використання числа рівнів ЧР більше двох є неефективним. На рис. 5 поданий оперативний прогноз вагонопотоку з використанням удосконаленого методу Т. Демарка.

Рис. 5. Оперативний прогноз за адаптованим методом Т. Демарка

Оцінки точності прогнозу в коридорі очікуваних значень, отриманні за методом «бутстреп» з узагальненням.

$$e(\hat{Y}) = \frac{\sum_{i=1..n}\left(\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i}\right)}{n} * 100\% \quad (6)$$

Шляхом чисельних експериментів встановлено, що при збільшенні кількості вибірок, за «бутсреп», точність прогнозу значно не зростає. Для рис. 6 при 5 вибірках відносна похибка прогнозу склала $e(\hat{Y})$ =8,77%, а при 25 − $e(Y)$ =8,74%.

У розділі також запропоновано теоретико-методичний підхід та узагальнена уніфікована процедура діагностування характеристик виробничих процесів з нечіткими параметрами, а також процесів з неоднорідними умовами невизначеності (статистичні, нечіткі ін.), яка розвиває модель Такагі-Сугено. Процедура являє приклад формалізації та реалізації типових завдань процесів підтримки автоматизованого управління на основі платформи аналітичних серверів в середовищі АСК УЗ.

Рис. 6. Оперативний прогноз вагонопотоку с використанням «бутстреп»

У розділі 3 «Економічна ефективність моделей та інформаційних технологій забезпечення діяльності підприємств в умовах невизначеності» досліджуються питання щодо ефективності моделей та інформаційних технологій, які забезпечують діяльність підприємств ЗТУ при невизначеності. Відзначається, що одним з актуальних і важливих завдань організації ефективної роботи ЗТУ є оперативне планування і прогнозування діяльності як окремих підприємств, так і всієї галузі. В розділі розроблено теоретико-методичний підхід щодо удосконалення моделей аналізу контрольованих показників, а також підвищення ефективності процедур управління АСК ЗТУ. Для цього була запропонована розширена модель логістичного відображення (РЛВ) з довільними параметрами виду:

$$x_{n+1} = \prod_k \lambda_k x_n^{\alpha_k} * \prod_j \left[\mu_j (1 - x_n)^{\beta_j}\right] \quad (7)$$

Для інтерпретації ЧР моделей НДП, а далі прогнозу значень (7) показника x_n (кількісна міра ряду), встановлюється сенс головних факторів, що впливають на процес, інтегральний ефект яких подає ЧР:

$$x_0, x_1, x_2, x_3, \ldots \quad (8)$$

Для інтерпретації (8) в термінах (7) приймається, що коефіцієнти (7) відображають вплив різних управляючих характеристик на досліджуваний процес, наприклад:

$(\lambda_1; \alpha_1)$ – вплив фактору 1, $(\lambda_2; \alpha_2)$ – вплив фактору 2, … ,
$(\mu_1; \beta_1)$ – фактор $(k+1)$; $(\mu_2; \beta_2)$ – фактор $(k+2)$, … . (9)

Значення рівнів (8) використовуються для ідентифікації (оцінок) значень параметрів (7). При цьому величини (8) визначаються при послідовному розгляді рівнів (8), вважаючи їх отриманими на основі рівняння (7).

Для підвищення точності прогнозу після ідентифікації всіх параметрів моделі (7) можлива корекція значень її параметрів за рахунок розрахунку нового набору значень (9), виходячи із інших рівнів (8), з наступними оцінками значень параметрів по методу експоненціального згладжування:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i d + (1-d)\alpha_{i-1}, \quad (10)$$

де d – визначається методом найменших квадратів на основі декількох наборів (8) моделей (7). На рис. 7, представлені результати прогнозування ЧР вагонопотоку на основі моделі (7) з наступними розрахованими параметрами:

α = - 0,9741; λ_1= 0,3798; β = -0,8609; λ_2= 0,4231.

Рис. 7. Оперативний прогноз вагонопотоку на основі моделі (7)

У розділі розвинуто теоретико-методичний підхід до оптимального планування процесів експлуатації парку технічних систем (ТС), як завдань вибору черговості обслуговування визначених груп об'єктів, що удосконалює попередні дослідження. В моделі та інформаційній технології оптимального планування черговості обслуговування (МОПЧО) груп електродвигунів (ГЕД) вважаються заданими період планування T і максимальний ресурс на обслуговування (кількість ЕД, що обслуговують за період T) – $ED(T)$. Для кожної ІМГЕД$_k$ на основі даних її ЧР$_k$ визначають число потенційно можливих

відмов за період T – $n(T)$, а також їх види. Крім того, встановлюються ГЕД, які підлягають плановому обслуговуванню згідно нормативів (ПНО) – $\text{ГЕД}_\text{Н}(T)$ і кількість ЕД в них –.$n_\text{Н}(T)$ Таким чином, сумарна кількість ЕД в кожній групі, які потребують обслуговування і ремонту:

$$n_{\text{ГЕД}_k}(T) = n(T) + n_\text{Н}(T).$$

Якщо $n(T) = 0$, то ГЕД підлягає тільки нормативному обслуговування. В цьому випадку форматується множина $G(T)$:

$$G(T) = \{\text{ГЕД}_k(T)\}, \qquad \forall\ n_{\text{ГЕД}_k} > 0$$

Коли в плановий період кількість $\text{ГЕД}_\text{Н}(T)$, що підлягають обслуговуванню, $n_{\text{ГЕД}_k}(T) > 0,\ \forall\ k = \overline{1, ED(T)}$ не перевищує 12, достатнім буде використати перебір всіх можливих варіантів перестановки ГЕД. При $n_{\text{ГЕД}_k}(T) > 14$ вибір оптимальної перестановки здійснюється з використанням пошукової оптимізації.

Для моделі розрахунку черговості обслуговування МОПЧО ГЕД розроблений спеціалізований показник ефективності планування – оцінки очікуваних додаткових витрат (ОДВ) за період планування T. Черговість обслуговування ГЕД, при мінімальних витратах, є оптимальною. Величина ОДВ розраховується так:

– за індивідуальною моделлю ІДГ_k вибираються ДВ_k і NT_k, на основі яких обчислюють оцінки ймовірностей подій відмов в групі $P(NT_k)$.

– для ЕД, що входять до ІДГ_k визначаються загальні додаткові витрати на ремонт ЕД $\text{ДВ}_\text{рем}$, які можуть вийти з ладу в період планування (з урахуванням прогнозованого типу відмови)

ВН_k – нормативні витрати на ремонт ЕД.

$$\text{ДВ}_\text{рем} = \sum_n \text{В}_{\text{вид рем}} * n_\text{ЕД}$$

Значення ОДВ_kдорівнює:

$$\text{ОДВ}_k = \left(\text{ОДВ}_k * P(NT_k)\right) + \text{ДВ}_{k\ \text{рем}} + \text{ВН}_k$$

МОПЧО ГЕД має вигляд:

$$\sum_{k=1}^{n} \text{ОДВ}_k \to min \tag{11}$$

Відбір ГЕД в множину $G(T)$ здійснюється з урахуванням (11).

Планування ремонтів (діагностування, обслуговування та ін.) об'єктів парку ТЗ, з урахуванням розподілу робіт на основі спеціалізації виконавців, здійснюється за допомогою модифікованої відкритої моделі транспортної задачі про «цілерозподілення» з обмеженими пропускними можливостями.

Економіко-математична модель (ЕММ) планування зазначених робіт, представлена у формі нечіткого програмування, має наступний вигляд:

$$R(X) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} \hat{C}_{ij} X_{ij} \to \max_{\{X_{ij}\}} \tag{12}$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \le N_i, \left(j = \overline{1,n}\right); \quad \sum_{j=1}^{n} X_{ij} \le \hat{d}_i^{(t)}, \left(i = \overline{1,m}\right) \tag{13}$$

$$X_{ij} \le \hat{d}_{ij}, \left(i = \overline{1,m}\right); \quad X_{ij} \ge 0, \left(i = \overline{1,m}\right); \quad \left(j = \overline{1,n}\right) \tag{14}$$

В (12) – (14) позначено: X_{ij} – число замовлень (ЕД) типу «і», які обслуговує спеціалізована система типу «j»; $\hat{C}_{ij}$ – матриця нечітких оцінок питомої ефективності обслуговування; $\hat{d}_{ij}^{(t)}$ –нечітке число замовлень типу «і» в період «t».

Також на основі МОПЧО, передбачається можливість застосування моделі кооперації – в умовах коли витрати на обслуговування парку ТС є другорядними, а головним критерієм вибору виступає час на виконання робіт. Доцільність моделі ґрунтується на тому що кількість виконавців (ремонтних бригад, тощо.) понад 2 одиниці, а також що використання одних не впливає на інших учасників.

$$\begin{gathered} P_j(X) = min\left\{\left(\frac{F_j(X) - F_j^*}{F_j^*}\right) \to \max_{\{X_{ij}\}}\right\} \\ F_j(X) = \sum_{i=1}^{m} \hat{C}_{ij} X_{ij} \end{gathered} \tag{15}$$

F_j^* – задані достатні рівні показників $F_j(X)$. Цільова функція (15) за умов конкуренції забезпечує учаснику $F_j(X)$ максимуму обсягів виконаних робіт (огляд, капітальний ремонти) при відомих часових витратах. За умов кооперації визначається максимум суми $F_j(X)$ (15).

ВИСНОВКИ

У дисертації виконано теоретичне узагальнення, запропоновано нову концепцію та здійснено розвиток теоретико-методичних підходів щодо розвитку економіко-математичного моделювання процесів автоматизованого управління діяльністю підприємств ЗТУ в умовах невизначеності. При цьому сформульовано наступні висновки теоретичного та науково-практичного характеру:

1. В результаті аналізу НДП ЗТУ визначені можливості та запропонований теоретико-методичний підхід до класифікації ТЕП, представлених АЧР, а також розроблено процедуру класифікації упорядкованих даних, що дозволяє виявити додаткові ознаки зазначених процесів, за рахунок чого підвищити достовірність і точність результатів прогнозування. Розрахована середня точність прогнозування на основі моделей класифікації становила 5-10%.

2. Розроблено концепцію оцінки, прогнозування та ЕММ процесів діяльності підприємств ЗТУ в умовах невизначеності, у тому числі представлених АЧР спостережень щодо зміни контрольованих показників, а також сформовано процедури класифікації досліджуваних процесів. Вирішені завдання щодо класифікації НДП, розроблені процедури та рекомендації щодо практичного застосування результатів класифікації.

3. Розроблено теоретико-методичний підхід, спрямований на удосконалення методів та уніфікацію інформаційних технології

автоматизованого діагностування та планування ТЕП експлуатації парку залізничних технічних систем в умовах неоднорідної невизначеності, який відрізняється від відомих удосконаленим інформаційним забезпеченням та індивідуальними моделями що забезпечують обслуговування заданих груп об’єктів.

4. Визначені потреби, можливості АСК ЗТУ та розроблено уніфіковану модель діагностування та прогнозування станів нечітких, а також процесів ЗТУ з неоднорідними умовами невизначеності. Запропоновано процедури до розвитку та удосконалення інформаційної платформи аналітичних серверів середовища АСК залізничного транспорту України.

5. Для підвищення ефективності процесів автоматизованого планування ТЕП удосконалена інформаційна підсистема визначення черговості обслуговування елементів парку залізничних технічних систем за оцінками їх поточних та прогнозованих станів, що забезпечується шляхом розробки економіко-математичної моделі оптимального планування черговості обслуговування.

6. Розвинуто теоретико-методичний підхід до планування виробничо-господарських процесів ЗТУ в умовах невизначеності за рахунок удосконалення багатокритеріальної моделі планування розподілу робіт між декількома виконавців за умов їх кооперації та конкуренції, а також за нечітких характеристиках вихідних даних.

7. На підставі дослідження потреб та аналізу АСК ЗТУ щодо реалізації завдань із планування та прогнозування показників виробничих НДП розроблено теоретико-методичний підхід та удосконалено метод Т. Демарка. При цьому також забезпечується вирішення завдання із оцінки точності прогнозу для визначеної на основі розрахунків області очікуваних значень.

8. Для забезпечення уніфікації методів та процедур аналізу НДП запропоновано теоретико-методичний підхід та сформовано універсальну удосконалену економіко-математичну логістичну модель процесів у формі розширеного логістичного відображення. Запропоновані процедури дозволяють виконувати аналіз та планування величин параметрів, які впливають на досліджувані процеси, що додатково дозволяє ефективно обирати склад значимих керуючих параметрів моделей об’єктів функціонування.

9. Встановлені придатність, забезпечення точності та ефективності запропонованих теоретико-методичних підходів, математичних та інформаційних моделей та технологій, щодо вирішення завдань планування та прогнозування параметрів недетермінованих ТЕП ЗТУ. Економічний ефект запропонованих методів та моделей прогнозування та планування отримується за рахунок уніфікації відповідних завдань у середовищі інформаційної технології аналітичних серверів, а також шляхом підвищення якості та ефективності використання накопичених та прогнозованих даних. При цьому забезпечується можливість підвищення точності оцінок і прогнозування параметрів ТЕП ЗТУ з урахуванням умов невизначеності.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- статті у наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, депозитаріїв і пошукових систем:

1. Клименко И.В. Адаптація метода Т. Демарка для прогнозування векторних інтервальних часових рядів. *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Сер.: Економічні науки.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2011. Вип. 37. С. 274-276. – (0,15 друк. арк.).

2. Скалозуб В.В., Клименко, І.В. Дослідження методу прогнозування економічних часових рядів на основі узагальненого логістичного відображення. *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Сер.: Економічні науки.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2011. Вип. 38. С. 291-295 – (0,4 друк. арк., *особисто автору* – 0,3 друк. арк., побудова прогнозу на основі моделі логістичного відображення).

3. Скалозуб В.В., Клименко, И.В. О применении расширенного логистического отображения для анализа и прогнозирования параметров процессов железнодорожного транспорта. *Економіка: реалії часу*. (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2012. №3-4(4-5). С.57- 62 – (0,28 друк. арк., *особисто автору* – 0,1 друк. арк., дослідження впливу константи α на показник Херста).

4. Скалозуб, В.В., Клименко, И.В. Интерпретация и прогнозирование представленных временными рядами процессов на основе расширенного логистического отображения. *Бізнес-інформ.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2013. № 10. С. 92-97 – (0,35 друк. арк., *особисто автору* – 0,25 друк. арк., побудова прогнозу на основі моделі розширеного логістичного відображення).

5. Скалозуб В.В., Белозеров В.Е., Клименко, И.В., Белый Б.Б. Моделирование и прогнозирование процессов на основе обобщенного логистического отображения. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. Сер.: Економічні науки.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2013, № 6 (48). С. 99 – 109. – (0,93 друк. арк., *особисто автору* – 0,26 друк. арк., побудова оперативного прогнозу на основі моделі узагальненого логістичного відображення).

6. Скалозуб В.В., Клименко И.В. Оценка и прогнозирование параметров временных рядов вагонопотоков на основе специализированой процедуры фрактального анализа. *Наук. вісн. Херсон. держ. ун-ту. Сер.: Економічні науки.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2016. Вип. 20, ч. 2. С. 189 – 192.– (0,44 друк. арк., *особисто автору* – 0,21 друк. арк., запропонована процедура класифікації антиперсистентних часових рядів).

7. Скалозуб В.В., Клименко І.В. Розвиток процедур аналізу та прогнозування недетермінованих технолого-економічних процесів на основі показників хаотичної динаміки. *Економіка: реалії часу.* (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2016. № 4 (26). С. 149 – 154. – (0,39 друк. арк., *особисто автору* – 0,11 друк. арк., класифікації антиперсистентних часових рядів).

8. Скалозуб В.В., Клименко И.В. Метод планирования недетерминированных процессов эксплуатации парка железнодорожных технических систем. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського*

національного університету залізничного транспорту. Сер.: Економічні науки. (*Google Scholar, Index Copernicus*). 2018. № 5 (77). С. 7 – 18. – (1,01 друк. арк., *особисто автору* – 0,61 друк. арк., формування та застосування індивідуальних моделей груп парків технічних систем).

9. Скалозуб В.В., Жуковицкий И.В, Клименко И.В, Заец А.П. Создание интеллектуальных систем поддержки принятия решений в единой автоматизированной системе управления грузовыми железнодорожными перевозками Украины. *Системні технології : регіон. міжвуз. зб. наук. пр*. (*Index Copernicus*). 2018. № 3 (116). С. 153 – 162. – (0,46 друк. арк., *особисто автору* – 0,19 друк. арк., аналіз часових рядів на основі показника Херста, оперативне антиперсистентних часових рядів).

10. Жуковицкий И.В. Скалозуб В.В. Устенко А.Б. Клименко И.В. Формирование интеллектуальных информационных технологий железнодорожного транспорта на основе моделей аналитических серверов и онтологических систем. *Інформаційні керуючі системи на транспорті*. (*Google Scholar, Index Copernicus*). №6. 2018. С. 3-11. (0,25 друк. арк., *особисто автору* – 0,11 друк. арк., система моделей багатокритеріального планування).

- статті у наукових фахових виданнях України:

11. Скалозуб В.В., Клименко И.В., Осовик В.Н., Чередниченко М.С. Задачи интеллектуализации автоматизированных систем управления вагонными парками укрзализныци Intelligent Transportation Systems. *Коммуникационные и информационные технологии для обеспечения безопасности и эффективности транспортных потоков: европейско-российско-украинская магистерская и докторская программы по интеллектуальным транспортным системам* 517374-TEMPUS-1-2011-1-RU-TEMPUS-JPCR. 2013. Вип.11. С. 51-61. (0,67 друк. арк., *особисто автору* – 0,17 друк. арк., використання методів хаотичної динаміки для оперативного прогнозування).

- наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

12. Клименко И.В. К вопросу анализа и оперативного прогнозирования свойств вагонопотоков методом Т. Демарка. *Проблеми економіки транспорту* : тези доп. IX Міжнар. наук. конф., м. Дніпропетровськ, 22-23 квітня 2010р. Дніпропетровськ 2010. С.186-187. (0,05 друк. арк.).

13. Клименко И.В. Оперативное прогнозирование экономических показателей процессов грузовых железнодорожных перевозок. *Сучасні інформаційні технології на транспорті в промисловості та освіті* : тези доп. Міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ, 12-14 травня 2010р. Дніпропетровськ, 2010. С.49-50. (0,15 друк. арк.).

14. Клименко И.В. К вопросу автоматизации анализа и оперативного прогнозирования параметров грузовых железнодорожных перевозок. *Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте* : материалы V Международной научно-практической конференции, (24-26 ноября 2010 г., г. Яремче). Днепропетровск, 2010. С.170-172. (0,11 друк. арк.)

15. Клименко И.В., Скалозуб В.В. Интерпретация и прогнозирование представленных временными рядами процессов на основе расширенного логистического отображения. *Сучасні проблеми моделювання соціально-*

економічних систем : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 9-10 квітня 2012р. Харків. 2012. С.193-195. (0,11 друк. арк.).

16. Клименко И.В. Информационные технологии прогнозирования параметров экономических процессов железнодорожного транспорта на основе расширенного логистического отображения. *Сучасні інформаційні технології на транспорті в промисловості та освіті* : тези доп. Міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ, 5-6 квітня 2012р. Дніпропетровськ. 2012. С. 72-73. (0,08 друк. арк.).

17. Клименко И.В. О применении метода обобщенного логистического отображения для интерпретации и прогнозирования параметров экономических процессов железнодорожного транспорта. *Проблеми економіки транспорту* : тези доп. X Міжнародної наукової конференції, м. Дніпропетровськ, 26-27 квітня 2012р. Дніпропетровськ 2012. С. 162**.** (0,07 друк. арк.).

18. Клименко И.В. О совершенствовании методов оперативного прогнозирования и интерпретации параметров процессов железнодорожного транспорта. *Проблеми економіки транспорту* : тези доп. XI Міжнародної наукової конференції, м. Дніпропетровськ, 25-26 квітня 2013р. Дніпропетровськ 2013. С. 162-164. (0,09 друк. арк.).

19. Клименко И.В. О применении расширенного логистического отображения для анализа и оперативного планирования качественных и количественных характеристик процессов железнодорожного транспорта *Проблеми економіки транспорту* : тези доп. XII Міжнародної наукової конференції, м. Дніпропетровськ, 24-25 квітня 2014р. Дніпропетровськ 2014. С. 205. (0,07 друк. арк.).

20. Клименко И.В. Интерпретация и прогнозирование технологических процессовна основе расширенного логистического отображения. *Актуальні проблеми модернізації економіки та фінансової системи України* : матер. Міжнародної науково-практ. конф.,м. Черкаси, 28-29 листопада 2014р. Черкаси. 2014. С. 298-300. (0,08 друк. арк.).

21. Клименко И.В. Применение процедуры агрегирования для анализа и оперативного прогнозирования недетерминированных временных рядов технологических процессов железнодорожного транспорта. *Проблеми економіки транспорту* : тези доп. XIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ, 23-24 квітня 2015р. Дніпропетровськ 2015. С. 167-168. (0,11 друк. арк.).

- ***авторські свідоцтва:***

22. Авторське свідоцтво на твір №62171 «Процедури оперативного прогнозування недетермінованих і антиперсистентних технолого-економічних процесів залізничного транспорту».

23. Авторське свідоцтво на твір №86555 «Удосконалений метод та інформаційна технологія дистанційного керування експлуатацією парку залізничних стрілочних електродвигунів за параметрами поточного та прогнозованого стану з використанням процедур класифікації антиперсистентних процесів».

АНОТАЦІЯ

Клименко І. В. Моделі та методи оцінки, прогнозування та управління діяльністю підприємств залізничного транспорту в умовах невизначеності – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Міністерства освіти і науки України, Дніпро, 2021.

Дисертація присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання щодо підвищення економічної ефективності та якості процесів планування та управління діяльністю підприємств залізничного транспорту в умовах невизначеності шляхом узагальнення та розвитку нових теоретико-методичних підходів, а також створення удосконалених економіко-математичних моделей процесів і засобів інформаційних технологій щодо їх реалізації.

В дисертаційній роботі вперше запропоновано методологічні положення та теоретико-методичний підхід до класифікації технолого-економічних процесів, представлених антиперсистентними часовими рядами спостережень, а також розроблено концепцію планування, прогнозування та економіко-математичного моделювання процесів діяльності підприємств залізничного транспорту України в умовах невизначеності. В ній розроблено процедури класифікації упорядкованих даних, що дозволяє виявити додаткові ознаки зазначених процесів, за рахунок чого підвищити достовірність і точність результатів прогнозування. З метою забезпечення можливостей уніфікації методів та процедур аналізу, планування та прогнозування параметрів недетермінованих виробничо-господарчих процесів ЗТУ запропоновано теоретико-методичний підхід та сформовано універсальну економіко-математичну модель процесів у формі розширеного логістичного відображення.

В дисертації запропоновано теоретико-методичний підхід до формування економіко-математичної моделі інформаційної технології із забезпечення оптимального планування процесів обслуговування комплексів об’єктів парку технічних систем з урахуванням стохастичних факторів. В роботі удосконалено теоретичний апарат і процедуру методу нечіткого логічного виведення, призначену для вирішення завдань діагностування станів економічних процесів і систем, а також для формування інформаційного забезпечення технології аналітичних серверів середовища автоматизованих систем керування залізничного транспорту (АСК ЗТУ).

Ключові слова: підприємства залізничного транспорту, економіко-математичні моделі, умови невизначеності, класифікація недетермінованих процесів, прогнозування, нечітке діагностування, логістичне відображення, індивідуальні інформаційні моделі, оптимальне планування обслуговування.

ABSTRACT

Klymenko I. V. Models and methods of evaluation, forecasting and management of activity of railway transport in under uncertainty. – Qualification research thesis on the rights of manuscript.

Thesis for obtaining a PhD degree in Economic Sciences by specialty 08.00.11 – Mathematical methods, models and information technologies in the economy. – Dnipro National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2021.

The dissertation is devoted to the decision of the actual scientific and applied task on increase of economic efficiency and quality of processes of planning and management of activity of the enterprises of railway transport in the conditions of uncertainty by generalization and development of new theoretical and methodical approaches, and also creation of the improved economic and mathematical models of processes and means of information technologies. implementation.

The dissertation for the first time proposes methodological provisions and theoretical and methodological approach to the classification of technological and economic processes represented by anti-persistent time series of observations, and developed a concept of planning, forecasting and economic-mathematical modeling of railway transport enterprises in Ukraine under uncertainty. It developed procedures for the classification of ordered data, which allows to identify additional features of these processes, thereby increasing the reliability and accuracy of forecasting results. In order to provide opportunities for unification of methods and procedures of analysis, planning and forecasting of parameters of non-deterministic production and economic processes of RTU, a theoretical and methodological approach is proposed and a universal economic-mathematical model of processes in the form of extended logistic mapping is formed.

In the dissertation the theoretical and methodical approach to formation of economic and mathematical model of information technology on maintenance of optimum planning of processes of service of complexes of objects of park of technical systems considering stochastic factors is offered. The paper improves the theoretical apparatus and procedure of the fuzzy inference method, designed to solve problems of diagnosing the state of economic processes and systems, as well as to form information support technology of analytical servers of automated control systems of railway transport of Ukraine (ACS RTU).

Keywords: railway enterprises, economic and mathematical models, conditions of uncertainty, classification of non-deterministic processes, forecasting, fuzzy diagnosis, logistic reflection, fractal analysis, individual information models, optimal service planning.

Клименко Іван Вікторович

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Надруковано згідно з оригінал-макетом автора

Підписано до друку 09.02.2021 р.

Формат 60х84 1/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 0,9.
Тираж 100 пр. Зам. № 1103

Видавництво ПП Вахмістров О.Є.
Адреса видавництва та друкарні: 49000, Дніпро,
вул. Пісаржевського,18