

## ВІДГУК

### ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Рахімі Яшара

#### **«Нечітка мережева модель та методи інформаційного підтримування повних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи»,**

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Постіндустріальний період розвитку людства характеризується, зокрема, превалюванням послуг над продуктами у виробничій сфері. Розвиток комунікацій обумовив і значне поширення серед множини послуг саме логістичних їх різновидів. У зв'язку із зазначеними обставинами, особливої важливості набули і завдання, що пов'язані із інформаційним підтримуванням процесів життєвого циклу ланцюгів постачання, як головного елементу логістичних систем. Якість функціонування логістичних систем значною мірою залежить саме від якості функціонування відповідних ланцюгів постачання. Зазначене вище повною мірою стосується і повних ланцюгів постачання (ПЛП) товарів бакалійної групи (ТБГ). ПЛП являють собою системи змішаної природи (соціо-техніко-економічні), яким притаманні наявність великої кількості різнорідних елементів (учасників), пов'язаних між собою у просторі і часі доволі складними зв'язками. Взаємодія поміж учасниками ПЛП ТБГ являє собою множину безперервних матеріальних, фінансових та інформаційних потоків і послуг, від джерел вихідної сировини до кінцевого споживача. Різноманіття регіонів світу, з яких проводиться постачання, широка номенклатура продукції, врожайність культур, які є сировиною для виробництва, коливання курсів валют, митні тарифи, сезонність, обумовлюють високий рівень невизначеності у процесах формування та прийняття рішень учасниками ПЛП ТБГ. Вказані особливості ПЛП ТБГ породжують низку проблем у ході інформатизації відповідних бізнес процесів. Існування цих проблем обумовлює недостатню ефективність існуючих засобів інформаційної підтримки ПЛП ТБГ, та визначають необхідність їх модернізації за рахунок розширення концепції SCM (управління ланцюгами постачання), шляхом доповнення знання-орієнтованими методами.

Виходячи із зазначеного вище, можна зробити висновок про актуальність обраного напрямку дисертаційного дослідження, його теми, мети і задачі.

### 2. СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ І ВИСНОВКІВ

Сукупність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, базується на фундаментальних результатах теорії множин, зокрема нечітких, методах колективного експертного оцінювання та компетентнісному підході. В ході дослідження використано ряд базових результатів теорії мереж Петрі та нечіткої математики. Теоретична основа роботи вибудована

логічно, має доказову базу; достовірність запропонованих автором методик та рекомендацій не викликає сумніву.

### 3. ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ

Робота над дисертацією виконувалася на кафедрі інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ» в 2015-2020 р.р. згідно з планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України за держбюджетними темами: «Створення методологічних основ інтеграції виробничих систем підтримки прийняття рішень в єдиний простір знань на підприємствах аерокосмічного профілю» (№ ДР 0115U000997), та «Розробка теоретичних основ розподіленого інтелектуального керування інвестиційними проектами і програмами реформування і розвитку машинобудівного комплексу України» (№ ДР 0115U003328) в яких здобувач брав безпосередню участь.

### 4. АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові положення і отримані результати в повному обсязі представлені в опублікованих автором наукових працях і апробовані на міжнародних конференціях.

Зміст дисертаційної роботи у повній мірі відображено в опублікованих працях. Особистий внесок здобувача в роботах, що написані у співавторстві, відображений в дисертації та в авторефераті. Зміст автореферату та основних положень дисертації ідентичний.

### 5. НАУКОВА НОВИЗНА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Вважаю, що основний результат дослідження полягає у розв'язанні наукової задачі, що пов'язана із підвищенням ефективності функціонування повних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи, в частині раціональної організації перевезень у межах ланцюга.

Особливої уваги заслуговують такі наукові результати:

– вперше розроблено модель повного логістичного ланцюга постачання у формі вкладеної мережі Петрі, що, на відміну від відомих, надає змогу відобразити ієрархічність ланцюга, а саме верхній його рівень (фокусну компанію по переробці вихідної сировини) та нижчі рівні, що відображають діяльність постачальників сировини та реалізаторів готової продукції;

– вперше розроблено метод подання часових залежностей поміж бізнес-процесами у повному логістичному ланцюзі постачання, що засновано на розширених часом вкладених мережах Петрі, та який надає змогу виявляти відхилення у функціонуванні ланцюга й оцінювати критичність цих відхилень для дотримання принципу «just-in-time»;

– удосконалено метод формування рішення щодо вибору раціонального маршруту транспортування в рамках повного логістичного ланцюга, з використанням нечіткої математики, та який, на відміну від відомих, надає змогу знизити рівень невизначеності часових та фінансових витрат при функціонуванні ланцюга поставок;

– дістали подальший розвиток прикладні інформаційні технології управління процесами транспортної логістики в частині розробки засобів підтримки прийняття раціональних рішень в процесі функціонування повного ланцюга постачання, що дозволило знизити фінансові та часові ризики.

## 6. ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Розроблено підхід до організації інформаційного забезпечення процесів перевезення вантажів в межах ПЛП.

Розроблено інформаційне, алгоритмічне та програмне забезпечення синтезу нечіткої системи інформаційної підтримки процесів обґрунтування вибору виду транспорту та раціонального маршруту доставки у межах ПЛП.

Практичні результати дисертації апробовано та впроваджено на ТОВ «ASAL», також вони використовуються у навчальному процесі Черкаського державного технологічного університету.

## 7. ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі дисертаційної роботи викладені актуальність теми дисертаційної роботи, мета і задачі дослідження, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів роботи, її зв'язок із науковими програмами та планами НДР, визначено особистий внесок здобувача в наукових роботах, які написано у співавторстві, представлена інформація щодо апробації та публікації результатів дисертації, наведено дані про результати впровадження основних положень роботи.

*У першому розділі* проведено аналіз сучасного стану проблеми створення засобів інформаційної підтримки процесів управління життєвим циклом повних ланцюгів постачання (ПЛП), зокрема, товарів бакалійної групи. Встановлено, що специфіка організації й підтримки повних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи визначається, з одного боку, динамічністю та інтенсивністю бізнес процесів, а з іншого доволі високим рівнем невизначеності щодо урахування, в процесі формування відповідних рішень, ключових чинників, що визначають ефективність функціонування ПЛП. Показано, що в силу зазначених обставин, однією з пріоритетних задач підвищення ефективності функціонування ПЛП стає розробка дієвих засобів інформаційної підтримки процесів організації перевезень у межах ланцюга, аспекті обґрунтування вибору типу транспорту й раціональних маршрутів доставки вантажів.

Аналіз існуючих систем та процесів управління життєвим циклом ПЛП показав доцільність створення та використання, з подальшою інтеграцією із вже існуючими, спеціальних засобів, а на їх основі – прикладної інформаційної технології обґрунтування вибору виду транспорту та раціонального маршруту

доставки у межах ПЛП. Показано при цьому, що така інформаційна технологія може бути реалізована за допомогою застосування елементів теорії сіток Петрі, теорії часових тверджень та нечіткої математики.

На основі проведеного аналітичного огляду наукових робіт, та аналізу стану питання інформаційної підтримки процесів управління повними ланцюгами постачання, в частині організації перевезень вантажів у межах ПЛП, визначено етапи наукових досліджень і обґрунтовано мету та задачі дисертаційної роботи.

*У другому розділі* описано процес розробки інформаційної моделі функціонування ПЛП. Показано, що процес створення, розгортання та підтримки функціонування ефективної ПЛП передбачає вирішення комплексу задач, пов'язаних із мінімізацією логістичних витрат як для фокусної компанії, так і для інших учасників логістичного ланцюга. Для формалізації даного завдання розглянуто планові показники закупівель, продажів, витрат окремо для лівої, і для правої підмереж ланцюга поставок. Величину виробничої програми фокусної компанії дорівнено до плану реалізації продукції ритейлерами. Введено припущення про те, що сировина закуповується, а продукція реалізується за стабільними цінами.

Рішенням цього завдання є вибір постачальників сировини і обсягів цих поставок, а також вибір ланок збутової мережі і розподіл між ними партій готової продукції.

Розглянута задача була вирішена із застосуванням мережевої моделі ПЛП, представленої у формі розширеної СП. Відповідну модель створено на основі подієвого підходу з використанням математичного апарату вкладених сіток Петрі (ВСП).

Проведено аналіз моделюючої здатності ВСП щодо відтворення бізнес процесів у межах ПЛП, при цьому встановлено, що для адекватного подання цих процесів, необхідно розширення ПЛП шляхом введення часових залежностей.

У ході дослідження розроблено метод розширення ВСП часовими твердженнями. Суть методу полягає у виявленні відхилень від графіка при виконанні завдань в ході функціонування ПЛП і формування вказівок щодо стабілізації поточного стану ланцюга.

Було розроблено набір правил, у формі темпорально-логічних висловлювань, для розширення мережевої моделі функціонування ПЛП.

Інформаційна модель функціонування ПЛП у формі ВСП, що розширені часом, є методичним ядром системи підтримки прийняття рішень щодо функціонування ПЛП.

*Третій розділ* містить опис методу реалізації нечіткого виведення на знання при формуванні рішень щодо організації матеріальних потоків у межах ПЛП.

Загальна характеристика методу: вихідні дані – чотири лінгвістичних змінних (погодні умови, якість дорожнього покриття, кількість обмежень швидкісного режиму, час проходження митного посту); результат застосування методу – час та вартість транспортування партії товарів у межах ПЛП за різними маршрутами.

Розроблений метод безпосередньо визначає механізм машини виведення нечіткої експертної системи (ЕС), як засобу інформаційної підтримки прийняття рішень щодо раціональної організації ПЛП.

**Четвертий розділ** присвячено практичній реалізації технології інформаційної підтримки процесів створення і підтримки ПЛП товарів бакалійної групи, в частині організації перевезення вантажів, на прикладі діяльності ТОВ «ASAL» по постачанню в Україну сухофруктів.

Розглянуто сценарний приклад реалізації прикладної інформаційної технології управління життєвим циклом ПЛП. В рамках цього прикладу було визначено головні чинники, що впливають на ефективність перевезень сухофруктів в межах ПЛП: час доставки; вартість доставки; надійність дотримання графіка доставки вантажу; частота відправлень; здатність до перевезення різних вантажів; здатність доставки вантажу у будь яку географічну точку, а також критерії оптимальності – час доставки та вартість доставки.

Для підтвердження цього рішення було задіяно підсистему пояснень, що входить до складу нечіткої ЕС, у якій отримано аналогічний результат, але за допомогою альтернативної операції max-prod-композиції.

Візуалізацію поверхні нечіткого виведення проведено із застосуванням інструментальних засобів Fuzzy Logic Toolbox та Simulink середовища MATLAB. Застосування засобів візуалізації характер поверхні нечіткого виведення надає змогу встановити залежність значень результуючої змінної від значень окремих вихідних змінних нечіткої моделі, та змінити ці значення у разі необхідності.

У ході дослідження було розроблено прикладну інформаційну технологію підтримання життєвого циклу повних логістичних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи, в частині організації матеріальних потоків у межах ПЛП.

Оцінювання ефективності інформаційного підтримання процесів управління ЖЦ ПЛП проводилося із використанням різновиду методу ковзного середнього – розбиттям з єдиним виокремленим елементом. Для тестування була сформована вибірка з тридцяти типових ситуацій, пов'язаних із невиробничими втратами під час транспортування вантажів у межах ПЛП, що мали місце у діяльності ТОВ «ASAL» протягом 2020 року. Аналіз цих даних показав, що рівень невиробничих втрат склав близько 44%. Оскільки розрахунки показали ймовірність отримання неправильного рішення, при застосуванні розроблених засобів інформаційної підтримки, що дорівнює 0,16, застосування розроблених засобів інформаційної підтримки ПЛП надасть змогу зменшити рівень невиробничих втрат у середньому на  $44\% * 0,16 = 37\%$ .

**У додатках** наведено акти про впровадження і використання результатів досліджень у діяльності торговельної компанії, щодо створення й підтримки повного ланцюга постачання товарів бакалійної групи в Україну, та у навчальному процесі ВНЗ.

Зміст дисертації повністю відображений у авторефераті. При вивченні текстів дисертації та автореферату не виявлено компіляції або плагіату на рівні ідеї.

## 8. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дисертаційна робота Рахімі Яшара є кваліфікаційною роботою, що виконана індивідуально у вигляді рукопису та складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 181 сторінку, з яких основний текст міститься на 154 сторінках, список використаних джерел складається із 106 найменувань на 11 сторінках, 2 додатки – на 7 сторінках. Робота містить 13 таблиць та 25 рисунків, з яких 4 рисунки на 2 окремих сторінках.

Зміст дисертаційної роботи, стиль та мова викладення, якість ілюстрацій відповідають встановленим вимогам.

## 9. ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Перший розділ рукопису дисертації дещо переобтяжений інформацією другорядного плану. До такої інформації слід віднести, наприклад, фрагмент пункту 1.1.2 про види і марки вантажних автомобілів, які можуть бути застосовані для перевезень у межах ПЛП.

2. У роботі відсутні відомості про те, наскільки отримані результати важливі для організації інформаційного підтримування життєвого циклу повних ланцюгів постачання в інших сферах виробничої діяльності, а не тільки при постачанні товарів бакалійної групи.

3. У третьому розділі дисертації, в описі нечіткого експертного оцінювання, не вказана кількість експертів, які брали участь у формуванні значень лінгвістичних змінних, рейтинг цих експертів, та загалом, не описана процедура формування експертної комісії.

4. У роботі недостатньо відомостей щодо платформи незалежного представлення розробленої інформаційної технології, що утруднює розробку та вибір проектних рішень при реалізації цієї технології для всього класу об'єктів прийняття рішень, які мають місце у даній предметній галузі.

5. Оскільки в рамках проведеного дослідження основну увагу приділено розробці ІТ рішень для малого та середнього бізнесу, доцільно було б надати ці рішення на основі сервіс-орієнтованого підходу до проектування систем класу, що розглядається.

6. У тексті дисертації та в авторефераті мають місце похибки стилістичного характеру і відхилення від діючих норм української ділової мови.

Вказані зауваження не впливають на якість та цінність дисертаційної роботи.

## 10. ВИСНОВОК ПРО ВІДПОВІДНІСТЬ ДИСЕРТАЦІЇ ДІЮЧИМ ВИМОГАМ

В цілому, дисертаційна робота Рахімі Яшара на тему « Нечітка мережева модель та методи інформаційного підтримування повних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові наукові та практичні результати, що в сукупності вирішують важливе наукове

завдання, яке полягає у підвищенні ефективності функціонування повних ланцюгів постачання товарів бакалійної групи за рахунок комплексу засобів інформаційного підтримування бізнес процесів у межах таких ланцюгів.

Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній задачі, а також викладені основні наукові результати дозволяють зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи Рахімі Яшара можна зробити висновок про те, що за актуальністю, науковим рівнем, отриманими науковими результатами, та за практичною цінністю робота відповідає вимогам пп. 9, 10, а також пп. 12 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, здобувач – Рахімі Яшар, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Професор кафедри інформаційних  
управляючих систем  
Харківського національного університету  
радіоелектроніки,  
доктор технічних наук, доцент



Максим ЄВЛАНОВ

Підпис Євланова М.В. засвідчую  
Учений секретар катедри, доцент



Ігор МАГДАЛІНА