

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Державного університету
«Житомирська політехніка»
доктору технічних наук, професору
ПОДЧАШИНСЬКОМУ Юрію
Олександровичу

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри комп'ютерних наук
Державного університету «Житомирська політехніка»
ПЛЕЧИСТОГО Дмитра Дмитровича
на дисертацію **ЯНОВСЬКОГО Дмитра Валерійовича**
на тему «Методи та алгоритми управління запасами на основі багатофакторної
оцінки відхилень від цільового стану», представлену на здобуття ступеня
доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації. Управління товарними запасами в сучасних роздрібних і дистрибуційних системах є задачею, у якій одночасно поєднуються значні обсяги операційних даних, велика кількість об'єктів обліку та необхідність своєчасного прийняття рішень. Недостатній рівень запасу призводить до втрачених продажів, тоді як надлишковий запас збільшує витрати на зберігання та обсяг замороженого оборотного капіталу. За таких умов використання прикладного програмного забезпечення переважно для фіксації стану запасів і виконання стандартних процедур не забезпечує автоматизованого встановлення причин конкретних відхилень.

Суттєвою особливістю досліджуваної проблеми є те, що фактичний стан запасу формується під впливом не одного параметра, а послідовності різномірних операційних подій: виконання замовлень постачальниками, ручних коригувань, логістичних обмежень, мінімальних партій, зміни параметрів поповнення, помилок даних та інших факторів. Тому для практичного аналізу недостатньо лише зафіксувати втрачені продажі або надлишкові запаси. Необхідно визначити, які саме події могли сформулювати конкретне відхилення, у якій послідовності вони виникли та яким є їх кількісний вплив.

У дисертації Яновського Д.В. ця задача розглядається з позицій інженерії програмного забезпечення, – від формалізації причинно-допустимих подій і

алгоритмів кількісної атрибуції до створення окремого аналітичного компонента, що працює з даними корпоративних інформаційних систем, та експериментальної перевірки його роботи. Така постановка є актуальною, оскільки поєднує математичне моделювання, алгоритмічні методи, аналіз даних і засоби програмної інженерії для розв'язання прикладних практичних задач.

Вважаю, що тема дисертації є актуальною, своєчасною та відповідає предметній області спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Результати проведеного дослідження представлені у логічній послідовності. У першому розділі проведено аналіз моделей, методів, технологій і програмних засобів управління запасами, підходів до прогнозування, причинного аналізу та кількісної атрибуції факторів. Це дозволило автору сформулювати вимоги до подальшої формалізації операційних подій і визначити місце запропонованої багатофакторної оцінки серед наявних підходів.

У другому розділі розроблено модель управління запасами на основі багатофакторної оцінки відхилень від цільового стану, формалізовано фактори як конкретні операційні події з визначеними причиною, часовою позицією, потенційним кількісним впливом і правилами причинної допустимості. Для кількісної атрибуції запропоновано алгоритми послідовного розподілу величини відхилення за часовим пріоритетом, а для подій з однаковим пріоритетом – пропорційний розподіл з урахуванням потенційного впливу. Такий підхід забезпечує однозначний порядок опрацювання подій за умови визначеної їх часової послідовності.

У третьому розділі теоретичні положення доведено до програмної реалізації. Програмне забезпечення побудовано як окремий модульний аналітичний компонент, що працює з даними корпоративних інформаційних систем та реалізує збір і нормалізацію даних, багатофакторну оцінку й аналітичну візуалізацію. Проведено верифікацію програмної реалізації на достатній кількості контрольованих випадків та факторних подій. Окремо досліджено масштабованість і стійкість результатів до похибок вхідних даних, зокрема неточностей кількісних параметрів, пропусків подій та похибок часових міток.

Важливо, що автор коректно розмежовує верифікацію програмної реалізації та оцінку достовірності результатів методу на реальних даних. Контрольний розподіл у тестових випадках формується відповідно до визначених правил причинної допустимості та часової послідовності подій, а

його відтворення використовується для перевірки відповідності програмної реалізації розробленим алгоритмам.

Експериментальна частина доповнена імітаційним моделюванням на даних 10 товарних позицій у 100 магазинах ТОВ «ОМЕГА» за 52 тижні та практичною апробацією програмного забезпечення у ТОВ «РУШ» і ТОВ «ОМЕГА». Наведені результати щодо скорочення часу підготовки аналітичної інформації, а також динаміки втрачених продажів і надлишкових запасів свідчать про практичну придатність запропонованих рішень у межах досліджених умов.

Застосований набір методів відповідає поставленим завданням, а висновки сформульовано з урахуванням встановлених обмежень. Це дає підстави вважати основні наукові положення дисертації достатньо обґрунтованими, а результати – достовірними в межах прийнятої постановки дослідження.

Проведений аналіз дисертації дозволяє зробити висновок, **що наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:**

- *вперше розроблено* модель управління товарними запасами на основі багатофакторної оцінки відхилень від цільового стану, у якій, на відміну від наявних, відхилення фактичного товарного запасу від цільового пов'язується з конкретними причинно-допустимими операційними подіями через їх кількісний вплив і часову позицію, а результати оцінки використовуються як інформаційна основа для вибору коригувальних управлінських дій;

- *вперше розроблено* методи багатофакторної оцінки втрачених продажів та надлишкових товарних запасів, а також алгоритми кількісної атрибуції для окремої комбінації «товар – місце зберігання – дата», які, на відміну від наявних, забезпечують кількісне визначення впливу кожної причинно-допустимої операційної події на формування відповідного відхилення з урахуванням її часового пріоритету та кількісного впливу;

- *удосконалено* формалізацію операційних факторів, що впливають на стан товарних запасів, шляхом представлення фактора як конкретної операційної події, яка характеризується причиною виникнення, часовою позицією, потенційним кількісним впливом на товарний запас і правилами причинної допустимості щодо конкретного відхилення, що забезпечує застосування спільного механізму кількісної атрибуції до різних за природою факторів та можливість розширення їх переліку за умови визначення відповідних правил предметної області;

- *набув подальшого розвитку* підхід до визначення причинно-допустимих операційних подій шляхом одночасного врахування їх часової позиції відносно досліджуваного відхилення та напряду потенційного впливу, що дає змогу формувати множину таких подій для окремих випадків втрачених продажів і надлишкових товарних запасів на рівні «товар – місце зберігання – дата».

Практичне значення отриманих результатів полягає у :

- реалізованому програмному забезпеченні для автоматизованого визначення впливу причинно-допустимих операційних подій на формування втрачених продажів і надлишкових товарних запасів та підготовки аналітичної інформації для підтримки управлінських рішень, що складається з модулів збору та нормалізації даних, багатофакторної оцінки та аналітичної візуалізації та функціонує як окремий аналітичний шар над корпоративними інформаційними системами. Така архітектура дає змогу використовувати дані ERP-, WMS- та POS-систем для автоматизованого формування результатів багатофакторної оцінки. Практична апробація програмного забезпечення в ТОВ «РУШ» і ТОВ «ОМЕГА» показала скорочення часу на підготовку аналітичної інформації з 120 до 16,4 год на місяць для ТОВ «РУШ» та з 96 до 12 год на місяць для ТОВ «ОМЕГА», що відповідає скороченню на 86,3% та 87,5% відповідно.

- проведенні серії експериментів з порівняння алгоритмічних та експертних оцінок, що дало змогу кількісно визначити розбіжності між двома способами оцінки факторів, де середня абсолютна розбіжність становила 12,05 в.п. для факторів втрачених продажів та 13,425 в.п. для факторів надлишкових товарних запасів; встановлено, що отримані результати можуть використовуватися для виявлення факторів із найбільшими розбіжностями оцінок та додаткової перевірки результатів аналізу; підтверджено, що після впровадження програмного забезпечення зафіксовано зниження рівня втрачених продажів на 1,13-1,6 в.п. та надлишкових товарних запасів на 6,6-7,9 в.п. порівняно з відповідними періодами попереднього року.

Отримані результати є науково обґрунтованими, мають теоретичну цінність і практичне значення.

Повнота опублікування основних положень дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 9 наукових працях, зокрема у 3 статтях у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 1 статті у науковому фаховому виданні України категорії «А» та 5 публікаціях у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Тематика публікацій охоплює аналіз методів прогнозування та оцінки їх якості, питання формування замовлень у ланцюгах постачання, оцінку факторів втрачених продажів і надлишкових запасів, методи аналізу ефективності інформаційних систем управління запасами та архітектуру відповідного програмного забезпечення. Отже, основні положення і результати дисертації достатньо повно представлені у публікаціях здобувача та апробовані на наукових конференціях.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертація складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Структура роботи відповідає логіці поставлених завдань: від аналізу предметної області та наявних підходів – до формалізації моделі, розробки алгоритмів, програмної реалізації та експериментальної перевірки.

Матеріал викладено послідовно, математичні та алгоритмічні положення пов'язані з програмною реалізацією. Автор окремо визначає обмеження методів, зокрема зазначає, що повнота визначення впливу факторів залежить від повноти реєстрації причинно-допустимих подій і точності часових даних. Це є важливим для коректної інтерпретації результатів.

У роботі наведено відомості про використання технологій штучного інтелекту як допоміжного інструменту візуалізації окремих схем та зазначено, що формування наукових положень, проведення експериментів, обробка результатів і формулювання висновків виконані автором самостійно. Посилання на використані джерела наведено у тексті. Ознак, які давали б підстави ставити під сумнів дотримання принципів академічної доброчесності, під час ознайомлення з роботою не встановлено.

Дискусійні зауваження та рекомендації.

1. Розроблені алгоритми передбачають визначену часову послідовність причинно-допустимих подій, тоді як перевірка стійкості показала чутливість результатів до похибок часових міток. Доцільно окремо розглянути випадки невизначеного порядку подій та можливість використання допустимого інтервалу часу або іншого правила пріоритету.

2. Правила причинної допустимості залежать від предметної області. Доцільно детальніше описати процедуру перевірки та оновлення цих правил при перенесенні програмного засобу на підприємства з іншими процесами поповнення запасів або при додаванні нових типів операційних факторів.

3. Імітаційне моделювання проведено для 10 товарних позицій у 100 магазинах, а практичну апробацію — у двох торговельних мережах. Доцільно розширити експериментальну перевірку на товарні категорії з різними профілями попиту, оборотності та правилами поповнення, щоб оцінити можливість узагальнення отриманих результатів.

4. Дослідження масштабованості показало близьке до лінійного зростання часу обробки. Для великих корпоративних систем доцільно порівняти повний перерахунок усіх даних, обробку лише нових подій та паралельне виконання процедур за часом обробки й вимогами до обчислювальних ресурсів.

Зазначені зауваження мають дискусійний і рекомендаційний характер, окреслюють можливі напрями подальшого розвитку дослідження та не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

Висновок про дисертацію

Дисертація Яновського Дмитра Валерійовича на тему «Методи та алгоритми управління запасами на основі багатофакторної оцінки відхилень від цільового стану» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, що полягає у розробці методів, алгоритмів і програмних засобів для автоматизованої багатофакторної оцінки відхилень фактичного стану товарних запасів від цільового.

Отримані результати мають наукову новизну і практичне значення, достатньо обґрунтовані, пройшли експериментальну перевірку та практичну апробацію. Зміст роботи відповідає спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Вважаю, що дисертація Яновського Дмитра Валерійовича відповідає вимогам, що висуваються до кваліфікаційних наукових робіт на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
Державного університету
«Житомирська політехніка»

Дмитро ПЛЕЧИСТИЙ

Підпис _____
Засвідчую:
Учений секретар
Житомирська політехніка


