

МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОВЕРНЕННЯ ТОВАРІВ У СФЕРІ Е-КОМЕРЦІЇ

© 2015 СКИЦЬКО В. І., ІГНАТОВА Ю. В.

УДК 004.942: 519.872:658.8

Скицько В. І., Ігнатова Ю. В.

Моделювання логістичних процесів повернення товарів у сфері е-комерції

У статті розглянуто основні аспекти повернення товарів до Інтернет-магазину. Подано короткий огляд причин і можливих механізмів повернення товару. Детально розглянуто логістичні процеси повернення товарів і проаналізовано основні математичні моделі, які можуть бути використані для їх моделювання. Запропоновано модель прогнозного оцінювання обсягів повернутого товару через наявність браку чи з інших причин. Застосування інструментарію побудови карт якості продукції, а саме – кривої операційних характеристик, дало змогу здійснити не тільки прогнозне оцінювання повернень, але й при відповідних рівнях ризику врахувати якісну складову повернень. З метою моделювання логістичних процесів повернення товарів до Інтернет-магазину також було запропоновано модель однопотокової відкритої мережі масового обслуговування з пуассонівським вхідним потоком на основі класичного інструментарію одиничних систем масового обслуговування у тандемі (мережа Джексона). Керування деякими параметрами значеної мережі дало змогу оптимізувати роботу Інтернет-магазину на етапах оброблення повернень і здійснити прогноз щодо обсягів знаходження повернутих товарів на кожному етапі їх обробки Інтернет-магазином. Створення керованих мереж масового обслуговування на зразок описаної в даній статті дозволить охопити логістичні процеси всього Інтернет-магазину і оптимізувати його роботу за вибраними параметрами.

Ключові слова: логістичні процеси, повернення, бракований товар, Інтернет-магазин, крива операційних характеристик, ризик повернення, мережа масового обслуговування

Рис.: 3. **Табл.:** 4. **Бібл.:** 11.

Скицько Володимир Іванович – кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри економіко-математичного моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

Email: skitsko.kneu@gmail.com

Ігнатова Юлія Володимирівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіко-математичного моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

Email: u1@ukr.net

УДК 004.942: 519.872:658.8

UDC 004.942: 519.872:658.8

Скицько В. И., Игнатова Ю. В. Моделирование логистических процессов возврата товаров в сфере е-коммерции

В статье рассмотрены основные аспекты возврата товаров в Интернет-магазин. Приведен краткий обзор причин и возможных механизмов возврата товара. Детально рассмотрены логистические процессы возвратов товаров и проанализированы основные математические модели, которые могут быть использованы для их моделирования. Предложена модель прогнозного оценивания объемов возврата товара из-за наличия брака или по другим причинам. Применение инструментария построения карт качества продукции, а именно – кривой операционных характеристик, позволило осуществить не только прогнозное оценивание возможных возвратов товаров, но и при соответствующих уровнях риска учесть качественную составляющую возвратов. С целью моделирования логистических процессов возврата товаров в Интернет-магазин также была предложена модель однопотоковой открытой сети массового обслуживания с пуассоновским входным потоком на основе классического инструментария единичных систем массового обслуживания в тандеме (сеть Джексона). Управление некоторыми параметрами указанной сети позволило оптимизировать работу Интернет-магазина на этапах обработки возвратов и осуществить прогноз по объемам возврата товаров на каждом этапе их обработки Интернет-магазином. Создание управляемых сетей массового обслуживания по примеру, описанному в данной статье, позволит охватить логистические процессы всего Интернет-магазина и оптимизировать его работу по выбранным параметрам.

Ключевые слова: логистические процессы, возврат, бракованный товар, Интернет-магазин, кривая операционных характеристик, риск возврата, сеть массового обслуживания

Рис.: 3. **Табл.:** 4. **Библ.:** 11.

Skitsko V. I., Ignatova Yu. V. Simulating the Logistics Processes of Returning Goods in the Field of E-Commerce

The article describes the main aspects of returning goods to the Internet shop. A brief review of reasons and possible mechanisms of returning goods has been presented. A detailed analysis of logistics processes of returning goods as well as that of the basic mathematical models, which can be used for their simulation, has been made. The model of forecasting the volumes of returned goods caused by defects or other reasons has been suggested. Application of tools for mapping the product quality, namely, the operating characteristics curve, allowed to carry out not only forecasting the possible return of goods, but at the corresponding levels of risk to take into account the qualitative component of the returns. With the purpose of simulating logistics processes of returning goods to Internet shops there was also proposed a model of single-threaded open queuing networks with Poisson arrivals based on the classic tools of queuing systems in tandem (Jackson network). Controlling certain parameters of the specified network allowed to optimize the Internet shop operation on the stages of processing the returns and carry out the forecast in terms of returning goods at each stage of their processing by the Internet shop. Creating controlled queuing networks according to the example described in this article will permit to cover the logistics processes of the entire Internet shop and optimize its work on the selected parameters.

Key words: logistics processes, return, defective goods, Internet shop, operational characteristics curve, risk of return, queuing network

Pic.: 3. **Tabl.:** 4. **Bibl.:** 11.

Skitsko Volodymyr I. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Candidate on Doctor Degree, Department of Economic and Mathematical Modeling, Kyiv National Economic University named after. V. Getman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)

Email: skitsko.kneu@gmail.com

Скичко Владимир Иванович – кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри економіко-математического моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

Email: skitsko.kneu@gmail.com

Игнатова Юлия Владимировна – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіко-математического моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

Email: u1@ukr.net

Ignatova Iuliia V. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Economic and Mathematical Modeling, Kyiv National Economic University named after V. Ghetman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)

Email: u1@ukr.net

Постановка проблеми. Асортимент товарів, що продаються у вітчизняних та закордонних Інтернет-магазинах, з кожним роком стає ширшим, наближаючись до асортименту звичайних магазинів. Все частіше кінцевому покупцю стає байдуже, як і де здійснювати покупку – у звичайному чи Інтернет-магазині. Проте, кожен із таких видів магазинів має свої переваги та недоліки, зокрема, у звичайному магазині покупець може отримати товар одразу, на відміну від Інтернет-магазину, де товар можна отримати через деякий час, необхідний на доставку товару до нього. Суттєвою перевагою Інтернет-магазинів над звичайними магазинами є нижча ціна, ширший асортимент та коротший термін часу, що потрібний для здійснення покупки. Проте, одним із стримуючих аспектів у виборі Інтернет-магазину споживачем є ймовірна неможливість повернення чи обміну товару [1]. Наприклад, якщо виконані усі вимоги Закону України «Про захист прав споживачів» [2], то у звичайному магазині товар може бути обмінаний або повернутий за нього кошти покупцю одразу, а в Інтернет-магазині процес обміну та повернення товару займає деякий час. Окрім того, повернення товару до Інтернет-магазину стає ще більш проблемним, якщо доставка здійснювалася сторонніми організаціями.

На думку авторів [3], відсоток повернень в Інтернет-магазинах інколи сягає 60 – 70 %. Проте у статті [1] говориться про те, що важко встановити точний обсяг повернень та обмінів товарів у вітчизняних Інтернет-магазинах через небажання багатьох магазинів озвучувати цю цифру, а на основі тих даних, які доступні, випливає, що відсоток повернень коливається від 2 % до 10 %. У роботі [1] запропоновано непряме оцінювання обсягу повернень та обмінів товарів на основі кількості звернень, зокрема, до Державної інспекції України з питань захисту прав споживачів. У результаті отримані такі відсотки повернень та обмінів товарів в Інтернет-магазинах України [1]: перша половина 2014 року – 6,4 %, 2013 рік у цілому – 4,5 %, 2012 рік у цілому – 4 %.

Логістичні процеси повернення чи обміну товарів є складовою логістики Інтернет-магазину, а ефективне управління ними може стати одним із аспектів підвищення конкурентоспроможності такого магазину, що є істотним наразі, коли купівельна спроможність вітчизняних споживачів за останній рік впала. Отже, існує потреба у побудові дієвої системи повернення продукції в Інтернет-магазині. Завдяки такій системі можна досягти збільшення рівня лояльності та задоволеності споживачів, зменшення витрат Інтернет-магазину на процеси обробки повернення тощо [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Про різні аспекти повернення та обміну товару в магазинах наразі існує

достатня кількість публіцистичних статей та телепрограм, в яких для звичайних споживачів пояснюються положення Закону України «Про захист прав споживачів» [2]. Окрім того, різним досвідом щодо повернення чи обміну товару в магазинах споживачі діляться на різноманітних форумах, у соціальних мережах, залишають свої відгуки на сторінках Інтернет-магазинів, електронних каталогах тощо. З іншого боку, існує велика кількість наукових та практичних робіт вітчизняних та зарубіжних авторів, присвячені проблемі повернення та обміну товарів з точки зору виробника, продавця, перевізника. Проте серед них досить мало робіт, які присвячені саме проблемі повернення товарів у сфері електронної комерції (е-комерції).

К. Дзюбіна та М. Книш досліджують особливості управління зворотними матеріальними потоками як частини реверсивної логістики та менеджменту повернень у сфері е-комерції. На основі досліджень різних агенцій та організацій ними зроблено висновок, що «чітко розроблена стратегія функціонування зворотних матеріальних потоків підприємства у сфері електронної комерції та ознайомлення споживача з можливістю та етапами повернення продукції є визначальним фактором для прийняття ним (споживачем) подальшого рішення про здійснення повторної покупки та рекомендації даного підприємства (Інтернет-магазину) іншим споживачам» [4]. Ними виділяються такі принципи управління зворотними матеріальними потоками: вимірюваності, економічної ефективності, адаптації та прозорості.

А. Якимішин у своїй роботі [3] говорить, «що складність логістичних завдань, пов'язаних з поверненнями, у багатьох випадках має місце через відсутність конкретних процедур, логістичних моделей і непристосованості системи логістики для обробки вантажопотоків у протилежному напрямку, що призводить до високої вартості цих заходів». На її думку, для вирішення цієї проблеми необхідно створити стандарти обслуговування (обробки) повернень, використовувати відповідне програмне забезпечення, яке дозволяє здійснювати доступ до супроводжуючої матеріальний потік інформації усім зацікавленим сторонам ланцюга постачання.

Діана Моленкопф (Diane A. Mollenkopf) у своїх дослідженнях виділяє такі основні положення ефективного управління поверненнями [5]: 1) управління поверненнями повинно бути невід'ємною частиною комплексної стратегії управління ланцюгом постачання; 2) чітка політика вхідного контролю повернень; 3) оперативна ідентифікація товару та його причин повернень з метою швидкого повернення у прямиий чи зворотний матеріальний потік;

4) повернення необхідно зводити до мінімуму за рахунок узгодження попиту та пропозицій і відповідальність за виникнення повернення повинні нести усі учасники процесу продаж (маркетологи, продавці і т. п.).

Тамара Двайер (Tamara Dwyer) виокремлює такі стовпи, які формують ефективне управління поверненнями [6]: 1) швидкість (яка забезпечується автоматизацією усіх логістичних процесів; використанням для ідентифікації товарів етикеток та наліпок; заданням профілів користувачів у інформаційній системі); 2) прозорість (яка забезпечується наявністю сайту для здійснення доступу до необхідної інформації усіх учасників ланцюга постачання у будь-який час з будь-якого місця; інтеграцією перевізників; використанням штрих-кодування у ідентифікації товарів); 3) контроль (що забезпечується дотриманням нормативних вимог; врегулюванням розбіжностей та виробленням кінцевих рішень; проведенням контролю якості).

У роботі [7] зроблено аналіз різних класифікацій зворотних матеріальних потоків та процесів за сферами обігу, виробництва і споживання, а також наведена класифікація економіко-математичних моделей зворотних потоків за такими групами: 1) моделі управління потоками повернення відходів; 2) моделі управління неліквідними та «відновленими» товарами; 3) моделі ремонту виробів; 4) моделі управління щодо відновлення споживчих властивостей товару; 5) базові моделі логістичних мереж зворотних потоків.

Запропоновані автором [8] економіко-математичні моделі управління прямими і зворотними матеріальними потоками виробничого підприємства, «враховують у цільових функціях і обмеженнях характеристики зворотних матеріальних потоків – величину запасу й обсяг його використання, дозволяють оцінити економію та ефективність нових матеріалів за рахунок використання зворотного матеріального потоку».

На нашу думку, наведені та інші джерела за аспектами проблеми повернення та обміну товарів у комерції та виробництві можна класифікувати за такими групами: 1) праці, концептуального характеру, в яких автори пропонують власні принципи, основи, постулати ефективного функціонування та управління поверненнями; 2) прикладні роботи, в яких досліджуються організаційні питання повернення та обміну продукції; 3) прикладні праці, в яких аналізуються та розробляються конкретні економіко-математичні моделі, що можуть бути використані у прийнятті рішень у процесах повернення. Якщо праці першої та другої групи в однаковій мірі досліджують виробничу та комерційну сфери, в тому числі й е-комерцію, то у роботах третьої групи переважна більшість досліджень проводиться у виробничій сфері, приділяючи мало уваги питанням моделювання логістичних бізнес-процесів повернення у сфері торгівлі.

Мета дослідження полягає у розробці математичної моделі логістичних процесів повернення та обміну товарів у сфері е-комерції з використанням інструментарію теорії масового обслуговування та кривої операційних характеристик.

Основні результати дослідження. У загальному випадку повернення товару в Інтернет-магазин покупцем можна описати такими кроками:

- 1) виникнення потреби у споживача повернути товар;
- 2) оформлення споживачем необхідних документів (заява на повернення товару, копії паспорту, ідентифікаційного коду, бланк на повернення товару);
- 3) надсилання товару та супроводжуючих документів до Інтернет-магазину за допомогою сторонньої служби доставки або самостійне звертання до Інтернет-магазину чи сервісного центру;
- 4) перевірка Інтернет-магазином стану товару на предмет можливості його повернення чи обміну. Тут можуть бути такі варіанти – товар належної та неналежної якості. У першому випадку, згідно із Законом України «Про захист прав споживачів» [2] непродуктивний товар належної якості може бути обміняний на аналогічний, якщо товар не задовольнив споживача за формою, габаритами, фасоном, кольором, розміром або з інших причин не може бути ним використаний за призначенням. Причому обміняти товар можна протягом чотирнадцяти днів, не враховуючи дня купівлі, за умови, що товар не використовувався, збережено його товарний вигляд, споживчі властивості, пломби, ярлики, а також розрахунковий документ, виданий споживачеві разом із проданим товаром. Повернути ж гроші можна тільки у випадку, якщо на момент обміну аналогічного товару немає у продажу. У випадку, коли товар є неналежної якості, споживач може вимогу пред'являти у період дії гарантії, а якщо термін гарантії не передбачений, то протягом 2 років. Окрім того, покупець у цьому випадку може вимагати на вибір: пропорційного зменшення ціни; безоплатного усунення недовліків товару в розумний строк; відшкодування витрат на усунення недовліків товару. Якщо товар має істотні недовліки, то споживач може розірвати договір та вимагати повернення сплаченої за товар грошової суми, вимагати заміни товару на такий же товар або на аналогічний, з числа наявних у продавця (виробника);
- 5) Якщо повернуто товар належної якості, то він може бути знову реалізований Інтернет-магазином іншому покупцеві. Для цього необхідно ввести інформацію про товар до системи управління магазином (його відпускну ціну, кількість тощо).

Якщо споживач хоче повернути товар неналежної якості, то можливі варіанти, які описані на кроці 4. У цьому випадку споживач звертається до сервісного центру виробника для усунення недовліків, а вже потім, у разі потреби, й до Інтернет-магазину. Часто про такі звернення споживача до сервісного центру Інтернет-магазин і не знає, а тому такі повернення у подальших дослідженнях враховувати не будемо.

Якщо повернутий товар має істотні недовліки (він не може бути відремонтований), то споживач звертається до авторизованого сервісного центру для надання відповідного висновку, а потім до Інтернет-магазину, який, у свою чергу, звертається з аналогічними претензіями щодо даного товару до виробника (дистриб'ютора).

Процеси повернення товару в Інтернет-магазині зобразимо у вигляді деякої схеми (рис. 1) та зосередимося на вирішенні таких задач: 1) оцінювання обсягів товарів, які бажають повернути споживачі; 2) оптимізація логістичних бізнес-процесів повернення товару. На запропонованій схемі під блоком «Сервісний центр» будемо ро-

зуміти дії авторизованого сервісного центру та Інтернет-магазину, які здійснюються ними для підтвердження істотних недоліків у повернутому товарі та передачі його до виробника.

Для розв'язку першої задачі, на наш погляд, доцільно використати криву операційних характеристик. Дана ме-

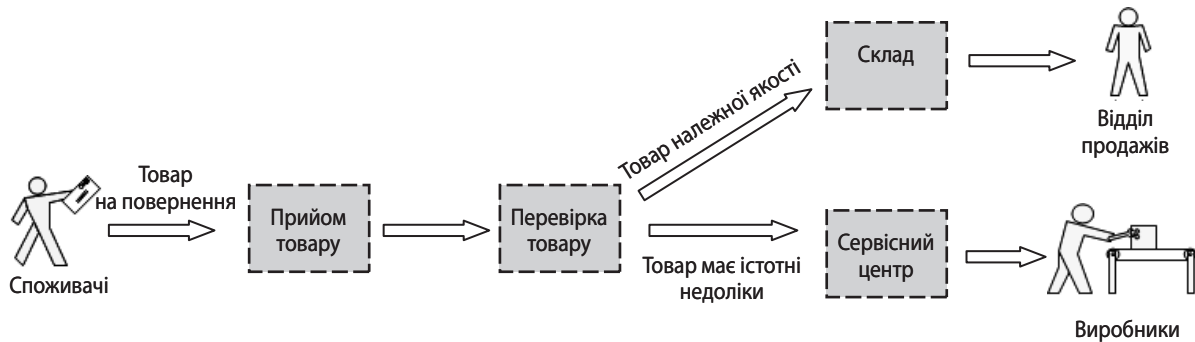


Рис. 1. Структурна схема процесу повернення товару в Інтернет-магазині

Джерело: авторська розробка

тодика відноситься до методів побудови контрольних карт якості продукції і найчастіше застосовується у виробництві (в задачах дослідження якості продукції) та в медицині. За класичним підходом, крива операційних характеристик – це графік, який зображує властивості досліджуваної партії товару та ризики, які супроводжують дану партію, що пов'язані з браком товару [9]. В нашому випадку крива операційних характеристик буде відображати можливі обсяги повернення товару, а основні поняття даної методики адаптуємо таким чином:

- 1) ризик виробника α – ймовірність повернення товару;
- 2) ризик споживача β – ймовірність купівлі товару з браком (тобто товару, який буде повернутий споживачем);
- 3) належний рівень якості (Acceptable Quality Level – AQL) – показник, що визначає обсяги повернутої продукції належної якості (не з причин браку). Наприклад, якщо $AQL = 5\%$, то на 100 одиниць повернутої продукції до Інтернет-магазину прийдеться не більше 5 товарів належної якості, повернутих не з причин браку;
- 4) допустимий відсоток браку (Lot Tolerance Percent Defective – LTPD) – показник, що визначає обсяги повернутої продукції з причин браку. Так наприклад, якщо $LTPD = 8\%$, то з 100 одиниць повернутої продукції, не менше 8 одиниць буде повернуто з причини браку.

За класичним підходом крива операційних характеристик будується, використовуючи біноміальний чи пуассонівський закони розподілу ймовірностей. Якщо припустити, що обсяги товарів, що повертаються до Інтернет-магазину, n є великим числом, а ймовірність обрати випадковим чином бракований товар з тих, що повертають, p є невеликою, то доцільно використовувати пуассонівський закон розподілу.

Принциповими аспектами в другій задачі (оптимізація логістичних бізнес-процесів повернення товару) є

визначення можливих обсягів та часу обробки повернутих товарів на кожному з кроків процесу повернення. Вирішити ці аспекти можна, зокрема, з використанням інструментарію теорії масового обслуговування. Для цього схему з рис. 1 зобразимо як мережу масового обслуговування (рис. 2). Мережа масового обслуговування в нашому випадку є мережевою структурою відкритого типу, тобто вимоги на обслуговування надходять ззовні на вузол «Прийом товарів», а далі рухатимуться так, як показано на рис. 2. У цій мережі вхідний потік у кожен наступний вузол є вихідним потоком з попереднього вузла, тобто потоки повернутих товарів утворюються всередині мережі та рухаються від одних каналів обробки (вузлів) до інших (від вузла «Прийом товару» до вузла «Перевірка товару», від вузла «Перевірка товару» або до вузла «Склад», або до вузла «Сервіс-центр»). Подібна задача досліджувалась у роботах [10] та [11], де запропоновано послідовне розміщення каналів оброблення вимог у тандемі.

Для мережі масового обслуговування повернутих товарів висунемо такі гіпотези:

- кожен вузол («Прийом товару», «Перевірка товару», «Склад», «Сервіс-центр») являє собою одиничну систему масового обслуговування;
- товари, що повертаються, поступають в Інтернет-магазин поштучно, формуючи однорідний потік товарів із заявками на повернення. При визначенні закону розподілу ми не будемо розрізняти, який саме товар повертається, а повернення товару буде прийматися як факт;
- вхідний потік товарів, що повертають споживачі, має пуассонівський закон розподілу ймовірностей (при достатньо великій кількості повернень, наприклад, при 20 чи більше повернень за один день);
- оброблення товару відбувається поетапно в кожному вузлі обслуговування. Товари обробляються в порядку надходження, тобто дисципліна обслуговування є FIFO (першим прийшов, першим обслужився).

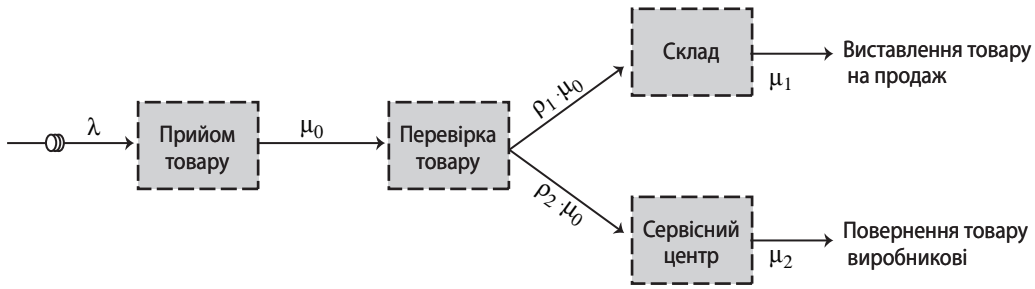


Рис. 2 Схема мережі масового обслуговування повернутого товару в Інтернет-магазині

Джерело: авторська розробка

У нашому випадку відкрита мережа складається з чотирьох послідовно з'єднаних систем масового обслуговування. Припустимо, що товари, які надходять до цієї системи, поступають на вхід вузла «Прийом товарів» у вигляді пуассонівського потоку з інтенсивністю λ , і послідовно обслуговуються у вузлах, а потім залишають систему. Згідно з висунутими гіпотезами, кожен вузол являє собою одиничний канал обслуговування, який обробляє вимоги по одній у відповідності з дисципліною FIFO. Вважати-мемо, що час обслуговування будь-якої вимоги (товару) у вузлах обробки має експоненціальний закон розподілу з параметром $\mu_j, j = 0, 1, 2$. Якщо по прибутті товару у вузол обслуговування виявляється, що вузол зайнятий, то товар стає у чергу і чекає свого обслуговування. Таким чином, кожен вузол обслуговування являє собою деяку модель $M_\lambda | M_{\mu_j} | 1 | \infty$ масового обслуговування з входом λ та одиничним каналом обслуговування з інтенсивністю обробки товару μ_j , причому передбачається, що частка завантаження системи в кожному вузлі буде задовольняти співвідношенню $\frac{\lambda}{\mu_j} < 1, j = 0, 1, 2$.

Покажемо на умовному прикладі використання запропонованого підходу моделювання процесів повернення товарів в Інтернет-магазині. Нехай за тиждень (6 робочих днів) було повернуто 120 одиниць товару, в середньому по 20 одиниць на день. Для побудови кривої операційних характеристик доцільно поділити товар на 6 сукупностей по 20 одиниць у кожному (надходження повернутих товарів за день), зазначаючи ту кількість товару в обсязі, яка була повернута саме з причин браку. Так, проаналізувавши всі 6 сукупностей, встановлено, що на 20 одиниць повернень може припадати така кількість бракованих товарів: 1, 3, 4, 6, 8, 11.

Побудуємо криву операційних характеристик для визначення належного рівня якості AQL та допустимого відсотку браку LTPD. Для цього розрахуємо відносну частоту надходження бракованих товарів, використовуючи пуассонівський закон розподілу ймовірностей (див. табл.1). Зокрема, якщо, наприклад, середня кількість браку дорівнює 3, то відсоток браку дорівнює $3/120 = 0,025$ або 2,5 %, а відносна частота (пуассонівський розподіл) розраховується за допомогою стандартної функції пакету офісних програм, що призначені для розрахунку таблиць. Критичне значення кількості бракованих товарів, за якого приймаються відповідні міри (зміна постачальника товарів, ретельніший оглядати товару тощо), встановимо на рівні п'яти одиниць.

Таблиця 1

Результати розрахунків для побудови кривої операційних характеристик

Середня кількість браку	Відсоток браку	Відносна частота (пуассонівський розподіл)
1	0,83 %	1,00
3	2,50 %	0,92
4	3,33 %	0,79
6	5,00 %	0,45
8	6,67 %	0,19
11	9,17 %	0,04

Джерело: побудовано авторами

Встановимо рівень ризику виробника $\alpha = 10 \%$, що з іншого боку означає: ймовірність того, що товар не повернуть через брак, дорівнює 90 %. Аналогічно, встановимо рівень ризику споживача $\beta = 10 \%$, що є еквівалентним до того, що з ймовірністю 10 % він може придбати бракований товар. Побудувавши криву операційних характеристик (рис. 3) за даними табл.1 та знаючи значення α та β , можна визначити: AQL = 2,52 % (перетин кривої операційних характеристик та прямої « α ») та LTPD = 8,2 % (перетин кривої операційних характеристик та прямої « β »). Отже, з ймовірністю 90 % можна прогнозувати, що в середньому за день принаймні $0,0252 \cdot 120 = 3$ товари з 20 не повернуть з причини браку, а з ймовірністю 10 % споживач поверне $0,082 \cdot 120 = 9,84 \approx 10$ товарів з причини браку.

Використовуючи отримані дані щодо повернення товарів, побудуємо мережу масового обслуговування товарів, які споживачі повертають в Інтернет-магазин. Припустимо, що інтенсивність надходження бракованих товарів, які підлягають поверненню, складає $\lambda = 3$ одиниці товару на годину (од. тов./год.), тобто за 8-ми годинний робочий день зазвичай можуть повернути в середньому близько 20 товарів. Приймемо, що інтенсивність обробки товару у вузлах «Прийом товару» та «Перевірка товару» працівниками магазину в середньому складає $\mu_0 = 8$ од. тов./год. Згідно з результатами, отриманими за допомогою кривої операційних характеристик, встановимо, що інтенсивність прийому товарів на склад $\mu_1 = 3$ од. тов./год., причому ризик повернення $p_1 = 0,9$, а інтенсивність обробки товарів в сервісному центрі $\mu_2 = 10$ од. тов./год., при ризику повернення $p_2 = 0,1$. Результати моделювання за вказаних параметрів наведено в табл. 2.

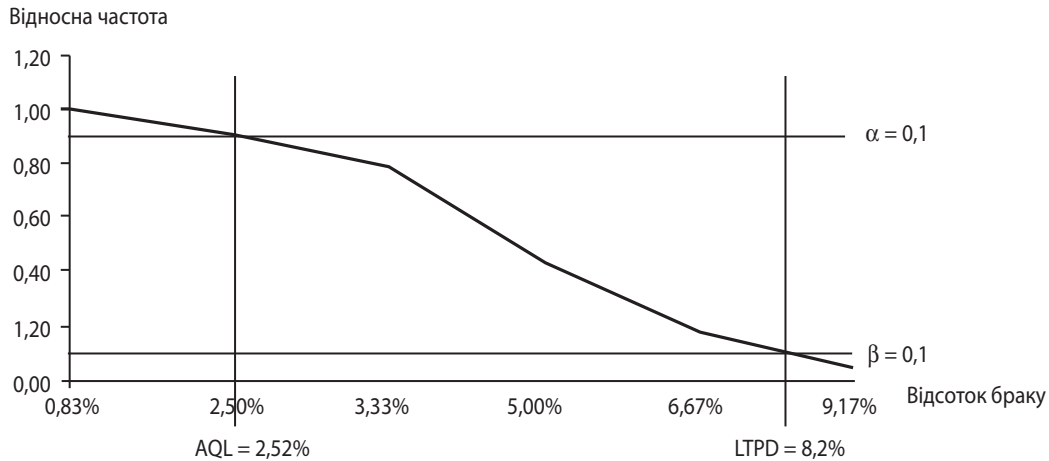


Рис. 3. Крива операційних характеристик для умовного прикладу

Джерело: побудовано авторами

Таблиця 2

Початкові результати моделювання

Показник \ Вузол обробки	Прийом товару	Перевірка товару	Склад	Сервісний центр
Середня кількість одиниць продукції в вузлі, шт.	0,6	0,6	9	0,03
Середній час перебування товару в вузлі, год.	0,5	0,5	3,33	0,1
Середній розмір черги з товарів, шт.	0,225	0,225	8,1	0
Середній час перебування в черзі, год.	0,075	0,075	3	0,03

Джерело: побудовано авторами

Очевидно, що при таких параметрах обробки товарів, мережа працює не оптимально – вузол «Склад» є перевантаженим, а отже здійснюємо керування створеною мережею. Збільшимо інтенсивність прийому товару на складі до 6 од. тов./год., тобто, при інтенсивності надходження повернутих товарів $\lambda = 3$ од. тов./год., час їхньої обробки у вузлах «Прийом товару» та «Перевірка товару» $\mu_0 = 8$ од. тов./год., у вузлі «Склад» $\mu_1 = 6$ од. тов./год., у вузлі «Сервісний центр» $\mu_2 = 10$ од. тов./год. Результати моделювання подано в табл. 3.

Результати моделювання табл. 3 є також неоптимальними за першим та третім показником. Зокрема, у вузлах «Прийом товару» та «Перевірка товару» є надлишкові потужності, адже за результатами моделювання в кожному з них, в стаціонарному режимі роботи, буде знаходитись або 0, або 1 одиниця продукції. Перекинемо потужності по обробці з перших двох вузлів на третій, та знизимо потужності обробки на четвертому вузлі. Тобто встановимо такі потужності обробки при тій самій інтенсивності надходження повернутих товарів $\lambda = 3$ од. тов./год.: інтенсивність прийому товару $\mu_0 = 6$ од. тов./год., інтенсивність перевірки товару $\mu_0 = 6$ од. тов./год., інтенсивність прийому товару на складі $\mu_1 = 6$ од. тов./год., інтенсивність прийому

Таблиця 3

Результати моделювання після першої зміни параметрів мережі

Показник \ Вузол обробки	Прийом товару	Перевірка товару	Склад	Сервісний центр
Середня кількість одиниць продукції в вузлі, шт.	0,6	0,6	0,81	0,03
Середній час перебування товару в вузлі, год.	0,5	0,5	0,3	0,1
Середній розмір черги з товарів, шт.	0,225	0,225	0,368	0
Середній час перебування в черзі, год.	0,075	0,075	0,136	0,03

Джерело: побудовано авторами

товарів в сервісному центрі $\mu_2 = 6$ од. тов./год. Результати моделювання наведемо в табл. 4.

Таблиця 4

Результати моделювання після другої зміни параметрів мережі

Показник \ Вузол обробки	Прийом товару	Перевірка товару	Склад	Сервісний центр
Середня кількість одиниць продукції в вузлі, шт.	1	1	0,81 \approx 1	0,81 \approx 1
Середній час перебування товару в вузлі, год.	0,33	0,33	0,3	0,3
Середній розмір черги з товарів, шт.	0,5	0,5	0,368	0,368
Середній час перебування в черзі, год.	0,167	0,167	0,136	0,13

Джерело: побудовано авторами

Результати моделювання наведені в табл. 4 можна вважати оптимальними за показником середньої кількості одиниць продукції у вузлі. Так, в стаціонарному режимі роботи в кожному вузлі буде знаходитись одна одиниця продукції, а робота Інтернет-магазину, побудована із зазначеною інтенсивністю ($\mu_j = 6, j = 0, 2$), дозволить зменшити простой на всіх вузлах обробки та оптимізувати діяльність всієї мережі оброблення повернутих товарів за наведеними в табл. 4 показниками.

Висновки. Використання кривої операційних характеристик у задачах оцінювання обсягів товарів, які можуть бути повернуті до Інтернет-магазину, дозволяє за мінімальної статистичної інформації здійснити прогнозне оцінювання обсягів товару, який буде повернуто з причин браку, а який – з інших причин. Застосування інструментарію мереж масового обслуговування дає змогу оптимізувати роботу Інтернет-магазину на етапах повернення товару за низкою показників. У даних дослідженнях було застосовано класичний інструментарій одиничних систем масового обслуговування у тандемі (мережа Джексона). Створення керованих мереж масового обслуговування на зразок описаної в даній статті дозволить охопити логістичні процеси всього Інтернет-магазину і оптимізувати його роботу за вибраними параметрами. Зокрема, у статті було здійснено підбір оптимального часу обслуговування товарів на кожному етапі їх оброблення, що дозволило зменшити простой мережі та збільшити продуктивність праці персоналу. Отримані у роботі результати можуть бути підґрунтям для подальших наукових досліджень у моделюванні різних бізнес-процесів як Інтернет-магазинів, так і звичайних магазинів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фарах С. Возврат и обмен товаров в украинских онлайн-магазинах / С. Фарах // Бизнес [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.business.ua/articles/conflicts/Vozvrat_i_obmen_tovarov_v_ukrainskih_onlaynmagazinah-84602/
2. Про захист прав споживачів : Закон України від 12.05.1991 р. № 1023-XII (зі змінами) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1023-12>
3. Якимішин Л. Особливості логістичного обслуговування клієнта при поверненнях товару / Л. Якимішин // Галицький економічний вісник. – 2013. – № 4. – С. 256 – 261 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/gev_2013_4_39.pdf
4. Дзюбіна К. О. Особливості управління зворотними матеріальними потоками у сфері електронної комерції / К. О. Дзюбіна, М. Г. Книш // Маркетинг та логістика в системі менеджменту: тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 8 – 10 листопада 2012 р.). – Львів : Вид-во «Львівської політехніки», 2012. – С. 116 – 117 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/17046/1/71-Dzyubina-116-117.pdf>
5. Mollenkopf D. A. Reverse Logistics – Effective Returns Management in an Integrated Supply Chain / D. A. Mollenkopf // Supply Chain Management Review. – 29.10.2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.scmr.com/article/effective_returns_management_in_an_integrated_supply_chain
6. Dwyer T. The Three Pillars of Effective Returns Management / T. Dwyer // Inbound Logistics. – April, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/the-three-pillars-of-effective-returns-management/>
7. Терентьев П. А. Классификации и модели логистики возвратных потоков / П. А. Терентьев // Логистика сегодня. – 2010. – № 4 (40). – С. 242 – 251.
8. Мельникова Н. В. Модели управления прямыми и зворотними матеріальними потоками в логістичній системі промислового підприємства : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.11 «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» / Н. В. Мельникова; ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – Х., 2014. – 20 с.
9. Barlow J. F. Excel Models for Business and Operations Management / J. F. Barlow. – 2nd ed. – John Wiley & Sons Ltd, England. – 2005. – 432 p.
10. Jackson R. R. P. Queuing Systems with Phase Type Service / R. R. P. Jackson // Operation Research. – 1954. – Vol. 5, № 4. – P. 109 – 120.
11. Jackson J. R. Networks of Waiting Lines / J. R. Jackson // Operation Research. – 1957. – Vol. 5, № 4. – P. 518 – 521.

REFERENCES

- Barlow, J. F. Excel Models for Business and Operations Management: John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- Dziubina, K. O., and Knysh, M. H. "Osoblyvosti upravlinnia zvorotnymy materialnymy potokamy u sferi elektronnoi komertsii" [Features feedback control material flows in the area of electronic commerce]. <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/17046/1/71-Dzyubina-116-117.pdf>
- Dwyer, T. "The Three Pillars of Effective Returns Management" <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/the-three-pillars-of-effective-returns-management/>
- Farakh, S. "Vozvrat i obmen tovarov v ukrainskikh onlayn-magazinakh" [Return and exchange of goods in the Ukrainian online stores]. http://www.business.ua/articles/conflicts/Vozvrat_i_obmen_tovarov_v_ukrainskih_onlaynmagazinah-84602/
- Jackson, R. P. "Queuing Systems with Phase Type Service" Operation Research vol. 5, no. 4 (1954): 109-120.
- Jackson, J. R. "Networks of Waiting Lines" Operation Research vol. 5, no. 4 (1957): 518-521.
- [Legal Act of Ukraine] (1991). <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1023-12>
- Melnykova, N. V. "Modeli upravlinnia priamymy i zvorotnymy materialnymy potokamy u lohystychnii systemi promyslovoho pidpriemstva" [Managing direct and material flows in reverse logistic system of industrial enterprises]. avtoref. dys. ... kand. ekon. nauk : 08.00.11, 2014.
- Mollenkopf, D. A. "Reverse Logistics - Effective Returns Management in an Integrated Supply Chain" http://www.scmr.com/article/effective_returns_management_in_an_integrated_supply_chain.
- Terentev, P. A. "Klassifikatsii i modeli logistiki zvorotnykh potokov" [Classification and models of the logistics of return flows]. Logistika segodnia, no. 4 (40) (2010): 242-251.
- Yakymyshyn, L. "Osoblyvosti lohystychno obsluhovuvania kliienta pry povnennakh tovaru" [Features logistics customer service when returning the goods]. Halytskyi ekonomichnyi visnyk. http://nbuv.gov.ua/j-pdf/gev_2013_4_39.pdf