

УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ СИСТЕМ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАЇ ШВИДКОПСУВНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ІЗ УРАХУВАННЯМ МІНЛИВОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО ЦИКЛУ

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Гришук А.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-8453-5445

Сопоцько О.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7028-6628

Халацька І.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-0896-3421

PERFORMANCE MANAGEMENT OF PERISHABLE FOOD SUPPLY CHAIN SYSTEMS BASED ON THE VOLATILITY OF THE LOGISTICS CYCLE

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Gryshchuk A.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-8453-5445

Sopotsko O. Yu., National Transport University, Kyiv, Ukraine, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7028-6628

Khalatska I.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine, ilona_h@ukr.net, orcid.org/0000-0002-0896-3421

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ СИСТЕМ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Гришук А.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-8453-5445

Сопоцько О.Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, tpsalkaf@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7028-6628

Халацкая И.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, ilona_h@ukr.net, orcid.org/0000-0002-0896-3421

Вступ

В 2018 р. FAO (продовольча та сільськогосподарська структура ООН) опублікувала статистичні дані відносно втрат продуктів харчування [1]. Відповідно до цих даних, в Північній Америці та Океанії на одну людину припадає 300 кг харчових відходів на рік. Приблизно дві третини псується в процесах виробництва або торгівлі, а інше спрямовують у відходи самі споживачі. У Європі відношення загальних відходів на одну людину до втрат в процесах виробництва або торгівлі оцінюється на рівні 280 до 190 кг. Водночас, наприклад, в країнах Африки, на південь від Сахари, воно складає 155 до 150 кг.

Тобто, втрати продуктів харчування розглядаються в двох площинах. Це втрати, які мають місце в процесах виробництва, починаючи з сільськогосподарського, і, надалі, на різних етапах перероблення та торгівлі, і втрати в якості відходів у кінцевих споживачів. Перший різновид втрат є значущим переважно для країн, які розвиваються і які вирізняє недостатньо розвинена інфраструктура, низький рівень використовуваних технологій, а також незначні капіталовкладення в системах виробництва продуктів харчування та торгівлі ними. Водночас, другий різновид втрат – втрати продуктів харчування як відходів у кінцевих споживачів – є більш притаманним економічно розвиненим країнам.

В контексті визнання, на сучасному етапі розвитку суспільства, проблеми втрати продуктів харчування за глобальну особливого значення набуває подальше вдосконалення процесів управління

постачаннями швидкопсувних продуктів харчування (ШПХ). В теорії і практиці останнього однією з основних, в свою чергу, продовжує залишатися проблема загальноспостережуваної наявності або незадоволеного попиту і, як наслідок, втрачається вигода, або нереалізованих надлишків і, пов'язаних із останніми, збитків. Дослідження і публікації, безпосередньо присвячені підходам до розв'язання другої із вищезазначених проблем, концептуально можна представити в межах двох взаємопов'язаних груп. Це ті, які стосуються вишукування ефективних засобів до уповільнення процесів втрати тих властивостей ШПХ, які роблять останні швидкопсувними, і ті, які зосереджуються на методах та моделях раціонального управління постачаннями ШПХ.

Що стосується першої із цих груп, то відомі на сьогодні засоби уповільнення втрати свіжості ШПХ, які набули поширення, за багатьох випадків не дозволяють вивести відповідний продукт із категорії швидкопсувних. Тобто, до певної міри, можна вести мову про різні продукти з однією назвою. Продукт, при виробництві і/або зберіганні якого були використані додаткові засоби, які подовжують термін придатності його до споживання. Водночас, ці засоби відбиваються на смакових якостях і, навіть, користі для здоров'я споживачів даного продукту. І продукт, який надійшов до споживача без подовження терміну придатності до реалізації в штучний спосіб, тобто без використання вищевказаних додаткових засобів.

Зауважимо, що існує альтернатива відокремленню процесів виробництва і реалізації ШПХ – продукти реалізуються через підприємства (кав'ярні, кондитерські, ресторани тощо), в яких вони і виробляються. Якщо тривалість функціонального логістичного циклу, як циклу виконання замовлення на поставку, є більшою або дорівнює терміну придатності продукту до реалізації, то вищезазначеної альтернативи не існує. Тобто, місце виробництва і місце реалізації (або споживання) мають співпадати. При цьому тривалість функціонального логістичного циклу залежить від тривалості його складових, які, в загальному випадку, є змінними. При слідуванні бізнес-моделям, якими передбачається відокремлення процесів виробництва і реалізації ШПХ, актуальною залишається вищезазначена проблема наявності або незадоволеного попиту, або утворення нереалізованих надлишків в періоді між черговими поставками. В свою чергу, за умовами розв'язання даної проблеми в методології управління постачаннями за значущу задачу, яка потребує подальшого вдосконалення підходів до її вирішення, виступає задача визначення оптимальної (раціональної) величини замовлення в ланцюгах постачань ШПХ із урахуванням мінливості логістичного циклу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Наявні класифікації продуктів харчування не пропонують загальновизнаного визначення ШПХ. Так, в дослідженнях, які проводились за часів СРСР [2], до швидкопсувних було віднесено продовольчі товари, термін придатності до реалізації яких складає до 2–3 діб, а в роботі [3] – навіть менше доби. Використовувані на сьогодні засоби до подовження граничного терміну придатності до реалізації ШПХ пов'язуються із переходом відповідних продуктів в іншу якість. Таким чином, в даній роботі за швидкопсувні будемо вважати продукти харчування, граничний термін придатності яких до реалізації і, відповідно, зберігання, не перевищує трьох діб.

Широко відомі в методології управління постачаннями методи і моделі для визначення оптимальної величини поставки, як, наприклад, модель економічної величини замовлення та її модифікації (розширення), забезпечують прийнятний в практиці застосування результат для широкого переліку продуктів. Виключення складають ШПХ у прийнятному в роботі їх розумінні.

Виходячи з сучасних уявлень про теорію і практику оптимізації поставок ШПХ остання має розглядатися в контексті концепції управління ланцюгами постачань із урахуванням узгодження економічних позицій підприємств – учасників ланцюгів постачань [4].

На можливість існування невідповідності між економічними позиціями учасників ланцюгів постачань щодо визначення оптимальної величини поставки, зокрема, звертають увагу автори роботи [5], аналізуючи питання узгодження стимулів у ланцюгах постачань. Вирішення даної проблеми вони вбачають у реалізації підходу, який можна розглядати як класичний індуктивний в контексті формування систем. Водночас, ігнорується та обставина, що в реальних умовах ведення бізнесу може мати місце ситуація незбалансованості влади, зокрема економічної, між учасниками ланцюга постачань, наприклад, зумовлена типом ринку – ринок покупців чи ринок продавців [6]. При цьому «ступінь» впливу одних підприємств, наприклад, мережевих супермаркетів, може бути суттєво вищою ніж інших – наприклад, маленьких магазинів «крокової» доступності.

На сьогодні відомо багато напрацювань в сфері управління постачаннями в ланцюгах постачань, в тому числі ШПХ. Так, в дослідженні [7] розглядаються методичні підходи до управління ланцюгами постачань, зокрема і в частині визначення оптимальної величини поставок. Проте

зазначене дослідження носить теоретичний характер, не апробовано на практиці та має обмеження при оптимізації поставок в ланцюгах постачань ШПХ. Дослідження [8] присвячено реструктуризації ланцюгів постачань на ринках ШПХ, зокрема м'яса та м'ясних продуктів. Запропоновано методіку побудови ланцюгів постачань, яка дозволяє раціоналізувати схеми руху товару, скорочувати тривалість повного логістичного циклу та мінімізувати логістичні витрати. Проте в зазначеному дослідженні не достатньо приділяється уваги проблемі визначення оптимальної величини поставок. Крім того, продукти харчування, постачання яких розглядаються, за терміном придатності до реалізації не відповідають ознакам ШПХ, прийнятим в даній роботі. Зазначимо, що в ряді робіт, які декларують дослідження щодо управління постачаннями ШПХ, автори фактично зосереджуються на питаннях постачань продуктів, які є швидкопсувними вантажами і потребують особливих режимів зберігання і транспортування, а не є власне ШПХ.

Умови управління постачаннями ШПХ потребують застосування методу ймовірнісно-статистичного моделювання. Це, зокрема, має джерелом вплив на попит на ШПХ у встановленому обмежено малому періоді часу між черговими поставками багатьох випадкових факторів. Проблема наявності або незадоволеного попиту, або утворення надлишків, які не було реалізовано, при управлінні постачаннями ШПХ достатньо повно, навіть із позиції наступних у часі досліджень, описується в роботі [9] відповідною ймовірнісно-статистичною аналітичною моделлю, побудованою за прикладом постачань хліба. При цьому представлена математична модель обмежується економічною позицією підприємства торгівлі і не бере до уваги потенційно конкурентний характер відносин між останнім і підприємством, яке є виробником. За умов незбалансованості влади, параметри моделі [9], які можуть бути предметом до обговорення учасників ланцюга постачань, будуть прийматися, в першу чергу, в інтересах джерела влади, яке, як можна очікувати, прагнучиме до максимізації власного прибутку. Відповідно, до максимізації буде прагнути й інша сторона, проте вже за умов прийняття обговорюваних за угодами параметрів на рівні, який відповідає інтересам джерела влади. Очевидно, що оптимальна величина поставки з позиції кожного учасника ланцюга постачань, в загальному випадку, буде різнитися.

Дотримуючись припущення про збалансованість влади в конкурентному середовищі, ланку «виробництво – торгівля» ланцюга постачань ШПХ можна пропонувати розглядати як систему і будувати відповідну модель, виходячи з загальносистемних уявлень про параметри останньої. В подальшому, беручи до уваги вимоги доходності галузевих ринків, на яких працюють виробник і реалізатор, а також рівень ризику, що приймається, отриманий в системі прибуток може бути раціонально перерозподілено даними учасниками ланцюга постачань між собою. Це потребує вибудовування відносин між виробниками і тими, хто реалізує продукт, відповідно до принципів партнерства, що в свою чергу, передбачає різний ступінь інтеграції. Умови вибору типу партнерства представлено в ряді робіт, зокрема в моделі встановлення партнерства [10].

Цільовий рівень задоволення попиту на певний вид ШПХ залежить від групи, до якої останній відноситься за АВС-аналізом. Можна очікувати, що відносно ШПХ групи А, виокремлюваної або за показниками обсягу продажів чи прибутку, або за умовами сумісного аналізу за цими показниками, має встановлюватися високий цільовий рівень задоволення попиту. Крім того, значущим щодо вимог до рівня задоволення попиту є і те, в якій групі опиниться певний вид ШПХ за результатами FMR-аналізу. Висока частота запитуваності, тобто віднесення ШПХ до групи F, навіть за обставин неприналежності до групи А за даними АВС-аналізу, може бути умовою встановлення високого цільового рівня задоволення попиту. Наявність ШПХ групи F у продажу має сприяти продажам інших товарів.

Водночас, при здійсненні поставки ШПХ в обсязі, оптимальному за критерієм прибутку, відповідно до моделі, яка розглядається [9], може мати місце відносно невисокий ступінь задоволення попиту на ШПХ. Передумовою до цього, зокрема, є наявність значущої відмінності між величиною втраченої вигоди від дефіциту ШПХ і збитків від утворення їх надлишків на одиницю продукції «на користь» останніх за умов суттєвого варіювання попиту.

На практиці також простежуються ситуації, коли певні різновиди ШПХ взагалі не можуть бути доведені до кінцевих споживачів через канали розподілу, в яких діє роздрібна торгівля, оскільки остання відмовляється з цими ШПХ працювати. Крім того, не всі аспекти втраченої вигоди від дефіциту ШПХ можуть бути ґрунтовано оцінені в грошовому вимірі. Вищенаведене потребує вдосконалення розглядуваної моделі, в частині ідентифікації альтернативних і/або доповнюючих варіантів конфігурацій ланцюгів постачань ШПХ щодо управління постачаннями останніх, з подальшим уточненням математичного опису відповідних модифікацій. Ці варіанти мають дозволити ефективно забезпечувати високий рівень задоволення попиту.

Для оптимізації постачань в ланцюгах постачань в дослідженні [11], наприклад, пропонується модель управління запасами, в якій попит розглядається як залежний від ціни, ступеня свіжості і наявності продукту в реалізації (запасі). Проблему утворення нереалізованих залишків пропонується вирішувати на основі обґрунтування системи знижок, які встановлюються залежно від терміну, який залишився до закінчення встановленого терміну придатності до реалізації.

Обмежено малий термін придатності до реалізації ШПХ зумовлює особливі вимоги до надійності, зокрема, своєчасності, забезпечення транспортного обслуговування, що, зокрема, частково розглядається в роботі [12]. Це, а також ідентифікація конфігурацій ланцюгів постачань ШПХ, які можуть бути реалізовані на основі вдосконалення транспортного обслуговування, потребує виокремлення в розглядуваній моделі транспортних факторів. Зазначене дозволить оцінювати вплив останніх на оптимальну величину поставки ШПХ, і, відповідно, підвищити ефективність управління процесами і системами транспортного обслуговування в ланцюгах постачань ШПХ.

Виходячи з вищевикладеного, є підстави вважати, що сучасні уявлення про теорію і практику управління постачаннями в ланцюгах постачань ШПХ потребують вдосконалення та подальшого розвитку на основі застосування методів ймовірно-статистичного моделювання.

Наукова прогалина ідентифікується саме в частині оптимізації – за умовами ефективного забезпечення високого рівня задоволення попиту – постачань ШПХ із урахуванням узгодженості економічних позицій підприємств виробництва і торгівлі, як учасників ланцюгів постачань ШПХ. При цьому потребують виокремлення за цільовою функцією транспортні фактори, з подальшим оцінюванням характеру їх впливу на оптимальну величину поставки ШПХ, в контексті управління ефективністю ланцюгів постачань, які приводять відповідні продукти на ринок.

Метою дослідження є розроблення методу управління ефективністю систем ланцюгів постачань ШПХ із урахуванням мінливості логістичного циклу.

Виклад основного матеріалу

Нехай періодичність поставок ШПХ до підприємства торгівлі встановлюється за граничним терміном придатності останніх до реалізації відповідним графіком. Попит на ШПХ у встановленому періоді часу між черговими поставками – випадкова величина X . Щільність розподілу випадкової величини попиту на ШПХ у встановленому періоді часу між черговими поставками – $f(x)$. У випадку, якщо $X > g_r$, де g_r – величина поставки до підприємства торгівлі, то останнє несе збитки через незадоволений попит, а якщо $X < g_r$, то виникають збитки від утворення нереалізованого залишку.

Відповідно до роботи [9], прибуток підприємства торгівлі від закупівлі ШПХ в обсязі g_r одиниць можна представити як такий, що складається із наступних доданків:

– очікуваного прибутку від реалізації ШПХ:

$$P_r \int_0^{g_r} x f(x) dx, \quad (1)$$

– очікуваного збитку – як втраченої вигоди – через незадоволений попит, зумовлений браком (відсутністю в продажу) ШПХ:

$$U_r \int_{g_r}^{\infty} (x - g_r) f(x) dx, \quad (2)$$

– очікуваного збитку, який, до речі, в дійсності може виявитися і прибутком, від утворення залишку ШПХ, термін придатності до реалізації якого перевищив встановлений:

$$C_r \int_0^{g_r} (g_r - x) f(x) dx, \quad (3)$$

де P_r – прибуток, який забезпечує для підприємства торгівлі кожна одиниця реалізованого ШПХ (як різниця між ціною продажу й витратами на закупівлю у виробника та реалізацію);

U_r – збиток (втрачена вигода) для підприємства торгівлі, який виникає за умов дефіциту, на кожну одиницю ШПХ, якої не вистачило;

Відповідно, очікуваний прибуток від продажу ШПХ в обсязі g_r з позиції підприємства торгівлі можна записати у вигляді:

$$p_r(g_r) = P_r \int_0^{g_r} x f(x) dx - U_r \int_{g_r}^{\infty} (x - g_r) f(x) dx - C_r \int_0^{g_r} (g_r - x) f(x) dx \rightarrow \max \quad (4)$$

Зауважимо, що аналогічно до виразу (4) і, відповідно, його складових – виразів (1)–(3), можна записати і очікуваний прибуток підприємства виробника від продажу ШПХ в обсязі g_p одиниць підприємству торгівлі:

$$p_p(g_p) = P_p \int_0^{g_p} x f(x) dx - U_p \int_{g_p}^{\infty} (x - g_p) f(x) dx - C_p \int_0^{g_p} (g_p - x) f(x) dx \rightarrow \max \quad (5)$$

де P_p – прибуток, який забезпечує для виробничого підприємства кожна одиниця реалізованого ШПХ (як різниця між відпускною ціною для підприємства торгівлі, або ціною закупівлі для останнього, і витратами на виробництво);

U_p – збиток (втрачена вигода) виробничого підприємства, який виникає за умов дефіциту, на кожну одиницю ШПХ, якої не вистачило.

Стосовно збитку, який виникає за умов утворення залишку у підприємств виробництва і торгівлі, відповідно C_p і C_r , то його можна розглядати в контексті різних варіантів положень договорів, які укладаються на поставку між виробництвом і торгівлею. Основні, щодо поширеності в практиці застосування, підходи до оцінювання даних збитків наведені в роботах [13].

Зауважимо, що збитки від утворення надлишку, в дійсності, можуть виявитись і прибутком.

Очевидно, що, в загальному випадку, будемо мати відмінні значення параметрів цільової функції для прибутку з позиції підприємства торгівлі і з позиції підприємства виробника. Тобто, величина поставки ШПХ, оптимальна за критерієм прибутку для виробничого підприємства, g_{popt} , не буде дорівнювати оптимальній за критерієм прибутку величині замовлення для підприємства торгівлі, g_{ropt} .

Вирішення проблеми неузгодженості g_{popt} і g_{ropt} можна розглядати в площині двох варіантів підходів до формування систем – класичного індуктивного і системного.

Умови реалізації системного підходу для розглядуваної задачі, відповідно до виразів (4) і (5), можна представити у вигляді:

$$p_s(g_s) = P_s \int_0^{g_s} x f(x) dx - U_s \int_{g_s}^{\infty} (x - g_s) f(x) dx - C_s \int_0^{g_s} (g_s - x) f(x) dx \rightarrow \max, \quad (6)$$

де P_s – прибуток, який забезпечує кожна одиниця реалізованого ШПХ для системи «виробництво-торгівля», який розглядається як різниця між ціною продажу в торгівлі кінцевому споживачу і витратами на виробництво та реалізацію одиниці ШПХ в системі «виробництво-торгівля»;

U_s – збиток (втрачена вигода), який виникає в системі «виробництво –торгівля» за умов дефіциту на кожну одиницю ШПХ, якої не вистачило;

C_s – витрати в системі «виробництво – торгівля», пов'язані з утворенням нереалізованого ШПХ в системі «виробництво –торгівля», які розглядаються як витрати на виробництво, реалізацію, можливо зі знижкою, і/або перероблення (утилізацію) одиниці нереалізованого ШПХ.

Відповідні логістичні витрати в системі можуть розглядатися, залежно від постановки задачі, як в складі витрат виробництва, реалізації або перероблення, так і окремо, що, відповідно, потребує корегування виразу (6).

Аналіз функції сумарного системного прибутку, вираз (6), показує, що визначення величини поставки g_s є оптимізаційною задачею. Таким чином, необхідно визначити g_{sopt} , яка максимізує функцію $p_s(g_s)$. За рівнянням $\frac{\partial p_s(g_s)}{\partial g_s} = 0$ визначаємо оптимальну величину поставки певного ШПХ в ланці «виробництво-торгівля». Для того, щоб впевнитись, що g_{sopt} відповідає максимуму функції $p_s(g_s)$, необхідно перевірити знак другої похідної, тобто $\frac{\partial^2 p_s(g_s)}{\partial g_s^2} < 0$.

Узгодити позиції підприємств виробництва і торгівлі і мотивувати їх до здійснення поставки в обсязі, який відповідає максимальній величині прибутку системи ланцюга постачань, а не окремих його учасників, можна через раціональний розподіл між останніми збитків від утворення нереалізованого залишку. Очевидно, що механізм реалізації поставки в обсязі який максимізує системний прибуток ланцюга постачань, потребує впровадження партнерських відносин.

Для визначення ступеня задоволення попиту на, g_{sopt} , ШПХ, який досягається за встановленого оптимального значення поставки, може бути використано коефіцієнт задоволення попиту. Введення цільового значення коефіцієнта задоволення попиту може слугувати за обмеження до розглядуваної моделі, рівняння (6). Існує потенційна проблема відносно невисокого значення коефіцієнта

задоволення попиту на ШПХ, який може бути досягнутий при оптимальній величині поставки. Це зумовлює необхідність ідентифікації варіантів конфігурацій ланцюгів постачань, як бізнес-моделей, які дозволяють забезпечувати високий рівень задоволення попиту на ШПХ [14]. За умов виокремлення транспортної складової – як такої, що представлена двома доданками, а саме залежним і незалежним від величини поставки (відправлення), за виразом (6), очікуваний системний прибуток від реалізації ШПХ можна представити у вигляді:

$$(P'_s - a_{s_1}) \int_0^{g_s} xf(x)dx - b_{s_1} \quad (7)$$

де P'_s – прибуток, який забезпечує кожна одиниця ШПХ (як різниця між ціною продажу кінцевому споживачу і витратами на виробництво та реалізацію одиниці ШПХ без врахування транспортних витрат);

a_{s_1}, b_{s_1} – коефіцієнти лінійної залежності, яка визначає транспортні витрати при поставці ШПХ в обсязі g_s .

Аналогічно, коли виокремлювати транспортну складову і за умов утворення нереалізованого залишку ШПХ, то відповідну складову за виразом (6) можна представити наступним чином:

$$(C'_s - a_{s_2}) \int_0^{g_s} (g_s - x)f(x)dx + b_{s_2} \int_0^{g_s} f(x)dx, \quad (8)$$

де C'_s – витрати, пов'язані з утворенням нереалізованого залишку ШПХ (як витрати на виробництво, реалізацію і/або перероблення без врахування транспортних витрат);

a_{s_2}, b_{s_2} – коефіцієнти лінійної залежності, яка визначає транспортні витрати при поверненні нереалізованого залишку ШПХ в обсязі g_s – виробничому підприємству.

Для визначення коефіцієнтів $a_{s_1}, b_{s_1}, a_{s_2}, b_{s_2}, a_{s_3}, b_{s_3}$, як залежних від техніко-експлуатаційних та економічних показників роботи автомобілів на розвізних маршрутах, за якими, за багатьох випадків, здійснюється доставка ШПХ, пропонується використовувати дані, наведені в роботі [15].

Тобто, транспортні витрати, як залежні від величини поставки (відправлення), можна записати у вигляді:

$$S(g_s) = ag_s + b, \quad (9)$$

$$a = \frac{1}{q\gamma_p(1+k_c)} \left[\frac{C_{км}}{\delta} (2\bar{l}_i - \bar{l}_{(i-1)-i}) + \left(\frac{C_{км}\bar{l}}{T_H\delta} + C_{noc} \right) (t_{н.р.} + t_3) \right];$$

$$b = \frac{C_{км}}{\delta} \left(\bar{l}_{(i-1)-i} + \frac{l_n}{T_H} t_3 \right) + C_{noc} t_3,$$

де q – номінальна вантажопідйомність автомобіля;

γ_p – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

k_c – коефіцієнт, який враховує обсяг супутнього збору;

δ – коефіцієнт, який враховує долю часу, який витрачається на нульовий пробіг, $\delta = \frac{T_n - t_n}{T_n}$;

T_H – термін перебування автомобіля в наряді;

t_n – витрати часу на нульовий пробіг;

$C_{км}$ – витрати на 1 км пробігу;

C_{noc} – постійні витрати на 1 годину роботи;

l_n – нульовий пробіг;

\bar{l}_i – середня відстань доставки вантажів;

$\bar{l}_{(i-1)-i}$ – середня відстань пробігу автомобіля між суміжними пунктами завезення (вивезення) вантажів;

вантажів;

$t_{н.р.}$ – простій автомобіля при навантаженні і розвантаженні за одну їзду без врахування додаткового часу на заїзди в проміжні пункти завезення (вивезення) вантажів;

t_3 – додатковий час на кожний заїзд до проміжних пунктів завезення (вивезення) вантажів.

Виокремлення транспортної складової дозволяє розглядати систему «виробництво-торгівля» як систему «виробництво-транспортуювання-торгівля».

Беручи до уваги вирази (8) і (9), модель управління постачаннями ШПХ, рівняння (6), виокремлюючи транспортну складову при поставці ШПХ на підприємство торгівлі та можливому поверненні як залишку, можна представити наступним чином:

$$p_s(g_s) = (p'_s - a_{s_1}) \int_0^{g_s} x f(x) dx - b_{s_1} - U_s \int_{g_s}^{\infty} (x - g_s) f(x) dx - (c'_s + a_{s_2}) \int_0^{g_s} (g_s - x) f(x) dx - b_{s_2} \int_0^{g_s} f(x) dx \rightarrow \max \quad (10)$$

Зауважимо, що наведені коефіцієнти a_{s_1} і b_{s_1} відповідають досягнутому рівню варіативності терміну виконання логістичного циклу, як циклу виконання замовлення на ШПХ, зокрема такій його складовій як доставка. Представляє інтерес розроблення методу, який би дозволив оцінювати заходи, спрямовані на вдосконалення загального процесу логістичного циклу і його окремих складових, в частині зменшення варіативності терміну виконання, в контексті оцінювання системної ефективності функціонування та розвитку ланцюгів постачань ШПХ.

В загальному випадку попит в інтервалі часу між черговими, встановленими графіком, поставками, X , визначається одночасно закономірностями розподілу випадкової величини даного інтервалу і випадкової величини попиту у відповідних періодах часу, виокремлюваних в даному інтервалі. Тобто, управління постачаннями ШПХ «підпадає» під два типи невизначеності (ризик) – невизначеність величини інтервалу часу між черговими поставками і невизначеність величини попиту в даному інтервалі.

Припустимо, що момент часу прибуття АТЗ в пункт завезення вантажу є випадковою величиною, яка описується, в загальному випадку, як можна припустити, нормальним законом розподілу, характеристики якої залежать від порядкового номеру пункту завезення вантажу на маршруті. Останнє, очевидно, приймається до уваги, коли маршрут є розвізним. Відповідно, інтервал часу між черговими поставками, який можна розглядати як різницю між «наступним», j -м, і «попереднім» $j-1$ -м, моментами часу прибуття АТЗ в даний пункт завезення вантажу, приймаючи до уваги властивості композиції нормальних законів розподілу, також є випадковою величиною, яка описується нормальним законом розподілу з математичним сподіванням:

$$m_z = m_{z_2} - m_{z_1} \quad (11)$$

Середнім квадратичним відхиленням:

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_{z_1}^2 + \sigma_{z_2}^2} \quad (12)$$

де m_{z_1} , m_{z_2} – математичне сподівання відповідно $j-1$ -го і j -го моментів часу прибуття АТЗ в пункт завезення вантажу (випадкових величин Z_1 і Z_2);

σ_{z_1} , σ_{z_2} – середнє квадратичне відхилення відповідно $j-1$ -го і j -го моментів часу прибуття АТЗ в пункт завезення вантажу.

Таким чином, інтервал часу між черговими поставками характеризується значно більшим розсіюванням, ніж кожний із моментів часу прибуття АТЗ в пункт завезення вантажу, які даний інтервал визначають.

При разовій (одноступеневій) поставці ШПХ за умов, що доставку здійснюють за регулярним маршрутом, $m_{z_2} = m_{z_1}$, $\sigma_{z_2} = \sigma_{z_1}$ і, відповідно, $\sigma_z = \sqrt{2}\sigma_{z_1}$.

Очевидно, що розгляд інтервалу часу між черговими поставками, як випадкової величини, має важливе значення при вирішенні задачі оптимізації постачань ШПХ.

Аналітична модель, яка описує умови формування випадкової величини попиту у випадковому інтервалі часу між черговими, встановленими графіком, поставками може бути описана наступним чином. Попит за інтервал часу між черговими поставками, X , можна представити як добуток двох випадкових величин – інтервалу часу між черговими поставками, Z , і попиту в обираєму одиницю часу, Y . Відповідно, слідуючи відомим положенням щодо добутку двох випадкових величин, математичне сподівання для X можна записати наступним чином:

$$m_x = m_z * m_y, \quad (13)$$

а середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_x = \sqrt{m_z^2 \sigma_y^2 + m_y^2 \sigma_z^2 + \sigma_z^2 \sigma_y^2}, \quad (14)$$

щільність розподілу:

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(z)f_2\left(\frac{x}{z}\right)\frac{1}{|z|}dz = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(y)f_1\left(\frac{x}{y}\right)\frac{1}{|y|}dy, \quad (15)$$

де m_y , σ_y – відповідно математичне сподівання і середнє квадратичне відхилення попиту у встановлену одиницю часу;

$f_1(\dots)$, $f_2(\dots)$ – функції щільності розподілу відповідно випадкових величин z і y .

Коли виходити з того, що інтервал часу між черговими поставками описується нормальним законом розподілу, і, одночасно, припускати, що попит в (обрану) одиницю часу описується нормальним розподілом, то щільність розподілу величини попиту за інтервал часу між черговими поставками можна представити наступним чином:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_y\sigma_x\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(z-m_z)^2}{2\sigma_z^2} - \frac{(\frac{x}{z}-m_y)^2}{2\sigma_y^2}} \frac{1}{|z|} dz, \quad (16)$$



Рисунок 1 – Метод управління ефективністю систем ланцюгів постачань ШПХ із урахуванням мінливості логістичного циклу
 Figure 1 – Method for managing the efficiency of supply chain systems of perishable food products, taking into account the variability of the logistics cycle

На основі наведеного опису стохастичної моделі оптимізації постачань ШПХ в системах відповідних ланцюгів постачань, яка дозволяє врахувати випадковий характер попиту на ШПХ, а також представлення величини попиту в інтервалі часу між черговими поставками, X , як добутку двох випадкових величин – інтервалу часу між черговими поставками, Z , і попиту в обираєму одиницю часу, Y , можна запропонувати метод управління ефективністю ланцюгів постачань ШПХ із урахування мінливості логістичного циклу, схему якого наведено на рис.1.

При цьому логістичний цикл, як цикл виконання замовлення на поставку ШПХ, ототожнюється з виконанням доставки ШПХ, на яку припадає суттєво більша частина витрат часу і грошових коштів.

Висновок. Запропоновано метод управління ефективністю ланцюгів постачань ШПХ із урахуванням мінливості логістичного циклу, який дозволяє оцінювати ефективність заходів щодо вдосконалення логістичного, і розглядуваного в його складі транспортного, обслуговування ланцюгів постачань ШПХ в контексті забезпечення системної ефективності функціонування та розвитку ланцюгів постачань ШПХ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Key facts on food loss and waste you should know! SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. URL: <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>
2. Гарелик, М. А., Митина, Л. А. (1985). Организация продажи продовольственных товаров. М.: Экономика, 240.
3. Деятельность торговой компании по продаже скоропортящихся продуктов (Франция) (1985). Экспресс-информация. Сер.: Организация торговли за рубежом, 23.
4. Воркут, Т. А., Білоног, О. Є., Дмитриченко, А. М., Третиниченко, Ю. О. (2017). Управління ланцюгами постачань: логістичний аспект. К.: НТУ, 288.
5. Нараянан, В., Раман, А. (2008). Согласование стимулов в цепочках поставок. Как организовать цепочку поставок. М.: Альпина Бизнес Букс, 177–201.
6. Emerson, R. M. (1962). Power-Dependence Relations. *American Sociological Review*, 27 (1), 31–41. doi: <https://doi.org/10.2307/2089716>
7. Венде, Ф. Д. (2015). Особенности методологического подхода в управлении цепями поставок. *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*, 1 (3).
8. Марковина, Е. А. (2012). Реструктуризация цепей поставок на рынке мяса и мясных продуктов. Санкт-Петербург. URL: <http://economy-lib.com/restrukturizatsiya-tsepey-postavok-na-rynke-myasa-i-myasnyh-produktov>
9. Букан, Дж., Кенигсберг, Г. (1967). Научное управление запасами. Москва: Издательство «Наука», 423.
10. Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A., Gardner, I. T. (1999). Building Successful Logistics Partnerships. *Journal of Business Logistics*, 20 (1), 165–181.
11. Optimal Policies for Perishable Items when Demand Depends on Fresh-ness of Displayed Stock and Selling Price. URL: <http://www.imedpub.com/articles/optimal-policies-for-perishable-itemswhen-demand-depends-on-freshness-ofdisplayed-stock-and-selling-price.php?aid=20933>
12. Сопоцько, О. Ю. (2014). Алгоритм вирішення практичних задач оптимізації логістичного циклу доставки продуктів харчування (швидкопсувних вантажів). *Актуальні проблеми економіки*, 12, 438–446.
13. Воркут, Т. А., Сопоцько, О. Ю. (2018). Управління постачаннями швидкопсувних продуктів в системах ланцюгів постачань. *Вісник Національного транспортного університету*, 2 (41), 32–39.
14. Воркут, Т. А., Сопоцько, О. Ю. (2019). Підвищення ефективності управління постачаннями швидкопсувних продуктів харчування в системах ланцюгів постачань. *Вісник Національного транспортного університету*, 2 (44), 39–47. doi: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2019-2-44-039-047>
15. Воркут, Т. А., Білоног, О. Є., Сопоцько, О. Ю., Третиниченко, Ю. О. (2017). Систематизація показників оцінювання організаційних структур перевізників автомобільного транспорту в контексті реалізації збалансованої системи показників. *Економіка та управління на транспорті*, 5, 25–40.

REFERENCES

1. Key facts on food loss and waste you should know! SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. URL: <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>
2. Garelik, M. A., Mitina, L. A. (1985). Organizacija prodazhi prodovol'stvennyh tovarov. M.: Jekonomika, 240.
3. Dejatel'nost' torgovoj kompanii po prodazhe skoroportjashhihsja produktov (Francija) (1985). Jekspres-informacija. Ser.: Organizacija torgovli za rubezhom, 23.
4. Vorkut, T. A., Bilonoh, O. Ye., Dmytrychenko, A. M., Tretynychenko, Yu. O. (2017). Upravlinnia lantsiuhamy postachan: lohistrychnyi aspekt. K.: NTU, 288.
5. Narayanan, V., Raman, A. (2008). Soglasovanie stimulov v cepochkah postavok. Kak organizovat' cepochku postavok. M.: Al'pina Biznes Buks, 177–201.
6. Emerson, R. M. (1962). Power-Dependence Relations. American Sociological Review, 27 (1), 31–41. doi: <https://doi.org/10.2307/2089716>
7. Vende, F. D. (2015). Osobennosti metodologicheskogo podhoda v upravlenii cepjami postavok. Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura, 1 (3).
8. Markovina, E. A. (2012). Restrukturizacija cepej postavok na rynke m'jasa i m'jasnyh produktov. Sankt-Peterburg. URL: <http://economy-lib.com/restrukturzatsiya-tsepej-postavok-na-rynke-myasa-i-m'jasnyh-produktov>
9. Bukan, Dzh., Kenigsberg, G. (1967). Nauchnoe upravlenie zapasami. Moskva: Izdatel'stvo «Nauka», 423.
10. Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A., Gardner, I. T. (1999). Building Successful Logistics Partnerships. Journal of Business Logistics, 20 (1), 165–181.
11. Optimal Policies for Perishable Items when Demand Depends on Fresh-ness of Displayed Stock and Selling Price. URL: <http://www.imedpub.com/articles/optimal-policies-for-perishable-itemswhen-demand-depends-on-freshness-ofdisplayed-stock-and-selling-price.php?aid=20933>
12. Sopotsko, O. Yu. (2014). Alhorytm vyrishennia praktychnykh zadach optymizatsii lohistrychnoho tsykladu dostavky produktiv kharchuvannia (shvydkopsuvnykh vantazhiv). Aktualni problemy ekonomiky, 12, 438–446.
13. Vorkut, T. A., Sopotsko, O. Yu. (2018). Upravlinnia postachanniamy shvydkopsuvnykh produktiv v systemakh lantsiuhiv postachan. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu, 2 (41), 32–39.
14. Vorkut, T. A., Sopotsko, O. Yu. (2019). Pidvyshchennia efektyvnosti upravlinnia postachanniamy shvydkopsuvnykh produktiv kharchuvannia v systemakh lantsiuhiv postachan. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu, 2 (44), 39–47. doi: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2019-2-44-039-047>
15. Vorkut, T. A., Bilonoh, O. Ye., Sopotsko, O. Yu., Tretynychenko, Yu. O. (2017). Systematyzatsiia pokaznykiv otsiniuvannia orhanizatsiinykh struktur pereviznykiv avtomobilnoho transportu v konteksti realizatsii zbalansovanoi systemy pokaznykiv. Ekonomika ta upravlinnia na transorti, 5, 25–40.

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Управління ефективністю систем ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування із урахуванням мінливості логістичного циклу / Т.А. Воркут, А.О. Грищук, О.Ю. Сопотько, І.І. Халацька // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2020. – Вип. 2 (47).

В статті розглянуто теорію і практику оптимізації поставок швидкокопсувних продуктів харчування в контексті концепції управління ланцюгами постачань із урахуванням узгодження економічних позицій підприємств – учасників ланцюгів постачань.

Мета дослідження – розроблення методу управління ефективністю систем ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування із урахуванням мінливості логістичного циклу.

Об'єкт дослідження – процеси управління постачаннями швидкокопсувних продуктів харчування у відповідних ланцюгах постачань.

Предмет дослідження – методи і моделі управління постачаннями швидкокопсувних продуктів харчування.

Методи дослідження – системний підхід, теорії ймовірностей та математичної статистики, оптимізації.

В результаті проведених досліджень запропоновано метод управління ефективністю ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування із урахуванням мінливості логістичного циклу, який

дозволяє оцінювати ефективність заходів щодо вдосконалення логістичного, і розглядуваного в його складі транспортного, обслуговування ланцюгів постачань швидкопсувних продуктів харчування в контексті забезпечення системної ефективності функціонування та розвитку ланцюгів постачань швидкопсувних продуктів харчування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ШВИДКОПСУВНІ ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ, ЛАНЦЮГ ПОСТАЧАНЬ, ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ, УПРАВЛІННЯ ПОСТАЧАННЯМИ, МІНЛИВІСТЬ ЛОГІСТИЧНОГО ЦИКЛУ.

ABSTRACT

Vorkut T.A., Gryshchuk A.A., Sopotsko O. Yu., Khalatska I.I. Performance management of perishable food supply chain systems based on the volatility of the logistics cycle. Visnyk National Transport University. Series «Economic sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2020. – Issue 2 (47).

The article discusses the theory and practice of optimizing the supply of perishable food products in the context of the concept of supply chain management, taking into account the harmonization of the economic positions of supply chain companies.

The purpose of the study is to develop a method of managing the efficiency of supply chain systems of perishable food products, taking into account the variability of the logistics cycle.

Object of study – the processes of managing the supply of perishable foodstuffs in the respective supply chains.

The subject of the study are methods and models of managing the supply of perishable food.

Research methods – systematic approach, probability theory and mathematical statistics, optimization.

As a result of the conducted researches the method of managing the efficiency of supply chains of perishable foodstuffs taking into account the variability of the logistic cycle is proposed, which allows to evaluate the effectiveness of measures for the improvement of logistic, and considered in its structure of transport, servicing of supply chains of perishable foodstuffs in the context of development perishable food supplies.

KEYWORDS: QUALIFIED SUPPLY PRODUCTS, SUPPLY CHAIN, LIKELY-STATISTICAL MODEL, SUPPLY MANAGEMENT, VARIABILITY.

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Управление эффективностью систем цепей поставок скоропортящихся продуктов питания с учетом изменчивости логистического цикла / Т.А. Воркут, А.А. Грищук, О.Ю. Сопотко, И.И. Халацкая // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Экономические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 2 (47).

В статье рассмотрены теорию и практику оптимизации поставок скоропортящихся продуктов питания в контексте концепции управления цепями поставок с учетом согласования экономических позиций предприятий – участников цепей поставок.

Цель исследования – разработка метода управления эффективностью систем цепей поставок скоропортящихся продуктов питания с учетом изменчивости логистического цикла.

Объект исследования – процессы управления поставками скоропортящихся продуктов питания в соответствующих цепях поставок.

Предмет исследования – методы и модели управления поставками скоропортящихся продуктов питания.

Методы исследования – системный подход, теории вероятностей и математической статистики, оптимизации.

В результате проведенных исследований предложен метод управления эффективностью цепей поставок скоропортящихся продуктов питания с учетом изменчивости логистического цикла, который позволяет оценивать эффективность мероприятий по совершенствованию логистического и рассматриваемого в его составе транспортного, обслуживания цепей поставок скоропортящихся продуктов питания в контексте обеспечения системной эффективности функционирования и развития цепей поставок скоропортящихся продуктов питания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СКОРОПОРТЯЩИЕСЯ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ, ЦЕПОЧКА ПОСТАВОК, ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, УПРАВЛЕНИЯ СНАБЖЕНИЕМ, ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦИКЛА.

АВТОРИ:

Воркут Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко, 1.

Гришук Анна Олександрівна, Національний транспортний університет, аспірант, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко, 1.

Сопощко Ольга Юріївна, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко, 1.

Халацька Ілона Ігорівна, Національний транспортний університет, аспірант, e-mail: ilona_h@ukr.net, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко, 1.

AUTHORS:

Vorkut Tetiana A., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Transport Law and Logistics Department, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

Gryshchuk Anna A., National Transport University, postgraduate student, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

Sopotsko Olga Yu., National Transport University, assistant lecturer, department of Transport Law and Logistics, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

Khalatska Ilona I., National Transport University, postgraduate student, e-mail: ilona_h@ukr.net, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

АВТОРЫ:

Воркут Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, заведующая кафедрой транспортного права и логистики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г.Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1.

Гришук Анна Александровна, Национальный транспортный университет, аспирант, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г.Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1.

Сопощко Ольга Юрьевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г.Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1.

Халацкая Илона Игоревна, Национальный транспортный университет, аспирант, e-mail: ilona_h@ukr.net, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г.Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сопко В.В., доктор економічних наук, професор Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

Гурнак В.М., доктор економічних наук, професор, Національний транспортний університет, Київ, Україна

REVIEWER:

Sopko V.V., Ph.D., Economic (Dr.), professor, Kyiv national university of trade and economics, Kyiv, Ukraine.

Hurnak V.N., Ph.D., Economic (Dr.), professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine.