

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ШВИДКОПСУВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Коцюк М.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## RESEARCHING THE STORING AND REALIZATION PROCESS FOR PERISHABLE GOODS

Kotsiuk M.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ

Коцюк М.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Україна щороку виробляє і реалізує, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, значні обсяги сільськогосподарської продукції. Ця продукція має обмежений термін придатності, характеризується неперервним псуванням із плином часу і невизначеністю у попиту, що, в свою чергу, призводить до значних її кількісних та якісних втрат. Зокрема, у розвинутих країнах світу сумарні втрати такої продукції при процесах збирання, доставки і реалізації досягають 50%. В Україні ці втрати розцінюються як ще вищі. Звідси, постає проблема підвищення ефективності процесу „доставка – реалізація” сільськогосподарської продукції. Одним із перспективних напрямків рішення цієї проблеми є удосконалення системи управління швидкопсувними запасами. Поодинокі дослідження в цьому напрямку не дають відповіді на багато запитань практичної діяльності. Тому, вивчення закономірностей функціонування систем управління швидкопсувними запасами потребує наукового дослідження. Рішення цієї задачі відповідає положенням „Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року” та „Транспортної стратегії України на період до 2020 року”.

Аналіз публікацій. Підвищення ефективності процесу „доставка – реалізація” продукції сільського господарства присвячені роботи багатьох національних та закордонних вчених [1 – 5]. Серед цих робіт можливо виділити наступні напрямки: умови зберігання, захист та упакування продукції [1]; організація перевезень [2]; управління складськими запасами [3], в тому числі управління швидкопсувними запасами [4]; розробка логістичного ланцюга постачань [5].

У багатьох роботах рекомендації стосовно збереження та перевезення автотранспортними засобами вирощеного врожаю конкретної культури мають суттєві відмінності [1, 2, 5], що впливають на вибір транспортно-технологічної схеми перевезень. Задача організація логістичних ланцюгів від виробника до споживача швидкопсувними товарами майже не розглядається.

У працях прикладної теорії логістики [3] вивчення процесу постачань пов'язують із продукцією, що не псується і має практично необмежений термін придатності. Аналіз і розвиток моделей управління складськими запасами швидкопсувних товарів викладено в монографії [4]. Автор монографії звертає увагу на те, що значна кількість запропонованих моделей в силу прийнятих припущень не може бути використана на практиці.

Крім цього, автори робіт [1 – 5] використовують різні критерії ефективності, що у поєднанні із різними цілями учасників процесу „доставка – реалізація” сільськогосподарської продукції значно ускладнює розробку і впровадження логістичного ланцюга. Нечисленні роботи [5] свідчать про початок досліджень у цьому напрямку. Крім цього, в дослідженнях не розглядаються особливості роботи підприємств, що взаємодіють, та вплив транспортної складової. Тому дослідження стосовно систем управління швидкопсувними запасами є актуальними та потребують розвитку.

Метою публікації є апробація результатів дослідження закономірностей процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції, зокрема баштанних культур.

Виклад основного матеріалу. У загальному вигляді логістичний ланцюг забезпечення споживачів продукцією баштанних культур включає в себе реалізацію агрономічного комплексу заходів щодо вирощування культур, збирання із подальшим перевезенням до місць зберігання (реалізації), транспортування продукції до підприємств роздрібною торгівлі, передреалізаційне зберігання і реалізацію. Даний логістичний ланцюг має певні особливості:

– відсутність централізованого управління процесом у цілому;

- неантагоністичні протиріччя між учасниками процесу;
- різні критерії оцінювання функціонування ланок ланцюга;
- зменшення корисних властивостей продукту під час перебування у ланцюзі постачань за показниками залежними від температури та вологості.

З огляду на ці особливості, використання традиційних ланцюгів постачань є неефективним.

Для розробки логістичного ланцюга постачань та визначення оптимальної партії поставки баштанних культур необхідно вирішити три першочергові задачі:

- описати процес реалізації партії продукції;
- встановити залежність між попитом і ціною продукції;
- дослідити динамку зміни вартості продукції.

Процес реалізації баштанних культур розглянемо на прикладі одноперіодичної моделі.

Нехай попит за торговельну сесію має постійну інтенсивність  $\lambda$ , швидкість поповнення продукції миттева, природна втрата ваги партії поставки на етапі передреалізаційного зберігання у кожний момент часу пропорційна наявному запасу з коефіцієнтом  $\delta_n$ , а на етапі реалізації – пропорційна інтенсивності попиту з коефіцієнтом  $\delta_p$ .

Тоді процес реалізації описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{dg}{dt} = -\lambda - \delta_n \cdot g - \delta_p \cdot \lambda \quad (1)$$

Після тривіальних перетворень маємо:

$$\int \frac{dg}{\frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g} = \int -\delta_n \cdot dt \quad (2)$$

Звідки отримано:

$$\ln \left[ \frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g \right] = -\delta_n \cdot t + C \quad (3)$$

де  $C$  – постійна інтегрування.

Тоді динаміка зміни партії поставки має вид

$$g = C_1 \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - \frac{\lambda \cdot (1+\delta_p)}{\delta_n}, \quad C_1 = \exp(C) \quad (4)$$

При початковій умові  $t = 0$  вага продукції складає  $g_0$ , звідси:

$$C_1 = g_0 + \frac{\lambda \cdot (1+\delta_p)}{\delta_n} \quad (5)$$

Після підстановки (5) в (4) та виконання перетворень одержано:

$$g = \left( \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1+\delta_p)} + 1 \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - 1 \quad (6)$$

Нехай через час  $t_p$  вся партія поставки буде реалізована, тоді рівняння (6) приймає вид:

$$0 = \left( \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1+\delta_p)} + 1 \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t_p) - 1 \quad (7)$$

Рішенням цього рівняння є:

$$t_p = \frac{1}{\delta_n} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1 + \delta_p)} \right] \quad (8)$$

Формула (8) описує тривалість торговельної сесії, а залежність (6) – зміну ваги продукції в закладі торгівлі.

Теоретичним підґрунтям встановлення залежності між попитом і ціною продукції є положення теорій маркетингу про наявність залежності пропозиція – попит та психофізики про зв'язок реакції людини на зовнішнє подразнення. Дослідження виконували на основі статистичних спостережень за реалізацією баштанних культур у торговельному закладі, обробки даних офіційної статистичної звітності та наведених у засобах масової інформації.

Основний психофізичний закон має декілька формулювань, які визначаються умовами та явищами, що досліджують. Вони передбачають прийняття тих чи інших припущень.

Для встановлення залежності величини попиту від вартості баштанних культур приймемо, що відносна зміна обсягу продажу баштанних культур викликана пропорційною зміною відносної ціни товару, тоді дійсним є рівняння:

$$\frac{\Delta P}{P} = k \frac{\Delta C}{C} \quad (9)$$

де  $P$  – обсяг продажу товару;

$C$  – ціна товару;

$k$  – коефіцієнт пропорційності;

$\Delta P$  і  $\Delta C$  – величина зміни, відповідно, обсягу продажу і ціни товару.

Припустимо, що малі величини приросту обсягу продажу ( $\Delta P$ ) і ціни товару ( $\Delta C$ ) можливо розглядати як нескінченно малі величини, тобто у математичному сенсі як диференціали:

$$\frac{dP}{P} = k \frac{dC}{C} \quad (10)$$

Після інтегрування виразу (10) отримано:

$$\ln(P) + C_1 = k \times \ln(C) + C_2 \quad (11)$$

де  $C_1$  і  $C_2$  – постійні інтегрування.

Приймемо:

$$C_3 = C_2 - C_1, \quad C_3 = \ln(n) \quad (12)$$

Після підстановки (12) у (11) та виконання алгебраїчних перетворень одержимо:

$$P = n \times C^k \quad (13)$$

Для підтвердження цієї залежності були виконане візуальне спостереження за продажем кавунів. Пунктом спостереження за процесом торгівлі був вибраний відділ продажу овочів гіпермаркету „Караван” в місті Києві розташований за адресою вул. Лугова 12. Місце спостереження було вибрано з огляду на наступні чинники: по-перше, великі обсяги продаж; по-друге, значні коливання ціни на товари викликані періодичними акціями; по-третє, вільний доступ до контролю за вагою та ціною одиниці товару.

Спостереження виконували у 2013 році постійно з кінця червня до початку жовтня по п'ятницям, неділям та понеділкам із 16.00 до 17.00 з огляду на динаміку споживання баштанної продукції в м. Києві у 2012 році. Декілька результатів були отримані в інші дні тижня зазначеного періоду, а також в листопаді та грудні. До цих результатів були додані дані про продаж кавунів у березні – квітні 2014 року.

Встановлення залежності між попитом і роздрібною ціною за даними виконаного спостереження буде відображенням конкретних умов торгівлі. Використання такої залежності за зміни умов торгівлі може привести до прийняття хибних рішень. Тому для розширення умов застосування закономірності між зміною попиту в залежності від ціни товару було використано прийом нормування.

Нехай відома безбиткова вартість одиниці товару –  $Ц_{\delta}$ . Її визначає сума закупівельної вартості одиниці товару, вартості перевезень та продажу із накладними витратами. Тоді при рівності роздрібною ( $Ц_p$ ) та безбиткової цін згідно положень маркетингу спостерігатимемо найбільшу інтенсивність купівлі товару ( $\lambda_{max}$ ), яка у відповідності до залежності (13) має вид:

$$\lambda_{max} = n \times Ц_{\delta}^k \quad (14)$$

Для будь-якої іншої ціни ( $Ц_p$ ) маємо:

$$\lambda = n \times Ц_p^k \quad (15)$$

З (14) та (15) одержано

$$\lambda = \lambda_{max} \left( \frac{Ц_p}{Ц_{\delta}} \right)^k \quad (16)$$

Так як у виразі (16) коефіцієнт  $k$  визначає чутливість до зміни роздрібною ціни він не залежить від місця торгівлі. Тоді як максимальна інтенсивність продаж товару  $\lambda_{max}$  визначається конкретними умовами торгівлі. Для виключення впливу цього фактору залежність між попитом і ціною товару встановлювали у виді:

$$\frac{\lambda}{\lambda_{max}} = \left( \frac{Ц_p}{Ц_{\delta}} \right)^k \quad (17)$$

Обробка даних статистичних спостережень виконувалась з використанням прикладних програм для персональних комп'ютерів, зокрема, для статистичного аналізу одержаних масивів даних – програма EXCEL. Результати розрахунків представлені на рис. 1.

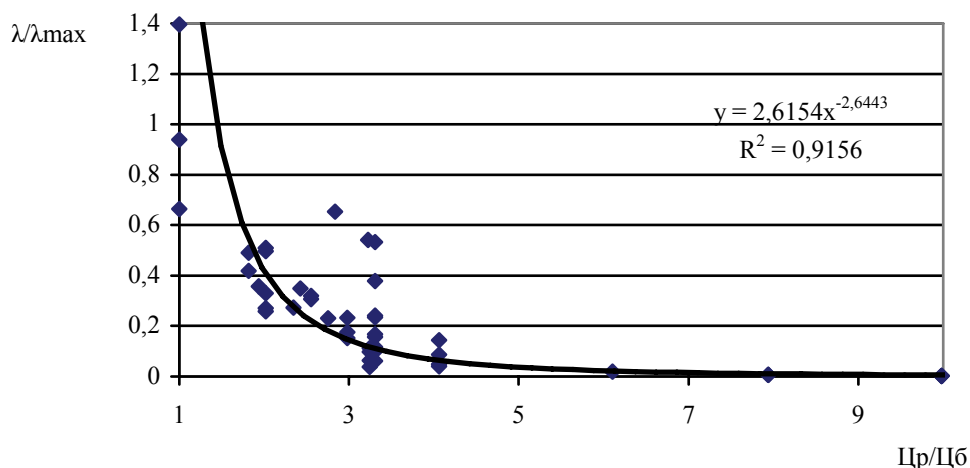


Рисунок 1 – Залежність відносних змін попиту ( $\lambda/\lambda_{max}$ ) та ціни товару ( $Ц_p/Ц_{\delta}$ ).

Таким чином, була одержана залежність

$$\lambda/\lambda_{max} = 2,6154(Ц_p/Ц_{\delta})^{-2,6443} \quad (18)$$

Для підтвердження початкової гіпотези про ступеневу залежність між попитом та ціною були апроксимовані інші функції. Найкращий результат із величиною достовірності апроксимації ( $R^2$ ) забезпечила експоненційна залежність ( $R^2 = 0,6450$ ).

Перевірка адекватності одержаного виразу залежності (18) виконана порівнянням статистичних та розрахункових даних України за місяцями 2013 року обсягів реалізації баштанових культур в залежності від середньої ціни за місяць. Коефіцієнт кореляції прийняв значення 0,814. Незначне зниження коефіцієнту пояснюється тим, що рівняння (18) було визначене на основі продажу кавунів, а застосоване для визначення сукупного продажу динь та кавунів.

Основною перевагою виведеної залежності (18) є те, що для встановлення емпіричних коефіцієнтів функції достатньо знати тільки дві ціни товару та відповідний до них попит.

Для встановлення тенденції зміни ціни на кавуни із плином часу за статистичними даними 2011-2013 роки був встановлений період в 140 діб, протягом якого відбувалась торгівля плодами вирощеними в Україні. По кожній добі розраховували середню ціну продукту за три роки. Одержаний масив даних було опрацьовано з використанням програмного продукту Excel. В результаті розрахунків встановлено, що динаміка зміни ціни із прийнятою на практиці 5 % точністю описується поліномом п'ятого ступеню (рис. 2.).

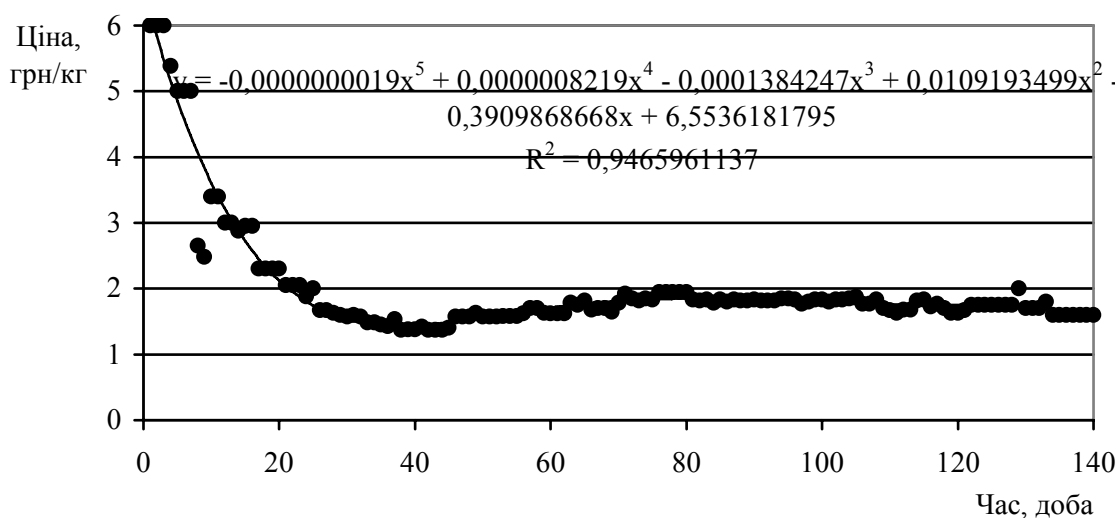


Рисунок 2 – Апроксимація динаміки ціни кавунів за сезон торгівлі

Подальше підвищення ступеню поліному збільшує складність опису та розрахунків без суттєвого підвищення критерію апроксимації (рис. 3).



Рисунок 3 – Відповідність значень коефіцієнту достовірності апроксимації ( $R^2$ ) ступеню поліному, що описує полігон даних.

Крім цього, встановлено, що на роздрібну ціну впливає багато факторів: стан економіки в країні, ситуація на ринку баштанних культур, ціни інших продавців, тощо.

Зміна ціни викликає зміну попиту, який залежить від ще більшої кількості факторів, таких як дні тижня, погодні умови, склад сім'ї покупців тощо. Сумарний вплив багатьох передбачуваних та випадкових факторів веде до ймовірного розподілу попиту. З метою встановлення розподілу попиту на кавуни із масиву даних спостереження був сформований новий масив даних у ціновому діапазоні  $1,65 \pm 0,34$  грн/кг. Таке відхилення від середньої ціни менше скидки, що встановлюється на дану продукцію, тому не викликає різкої зміни попиту. У відповідність ціні було поставлено кількість проданих кавунів та їх вага. Тобто розподіл попиту на кавуни можливо визначити у кількісному і ваговому вимірі. Однак кількісна характеристика дискретна, що створює певні незручності та менш інформативна про попит, так як для рішення ряду задач потребуватиме додатково знання розподілів кількості плодів у покупці та середньої ваги плоду. Вимір попиту у одиницях ваги надає можливість опису випадкової величини безперервним розподілом, який в багатьох випадках спрощує аналітичне дослідження. Тому для масиву даних годинної інтенсивності продажу кавунів в кілограмах було здійснено пошук закону розподілу випадкової величини. Полігон розподілу значень масиву, середнє значення та дисперсія дозволили зробити припущення про можливі види закону розподілу випадкової величини. Для визначення значень параметрів закону розподілу випадкової величини були використані відомі методики. Обробка результатів виконувалась з використанням прикладних програм для персонального комп'ютера. В результаті статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним розподілом Релея з параметрами: математичне очікування – 272,7 кг/год, середнє квадратичне відхилення – 217,7 кг/год. Критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ( $\chi^2 = 12,8$ ) відповідає допустимому рівню значимості  $p = 0,05$ .

Таким чином, встановлені закономірності створюють теоретичне підґрунття для адекватного опису відповідного етапу процесу доставки-реалізація баштанних культур.

Висновки. Встановлені залежності тривалості і обсягу реалізації партії швидкопсувної продукції дозволяють адекватно відобразити процес торговельної сесії та надають можливість розрахувати економічні показники роботи закладу торгівлі.

Виведена аналітично і підтверджена спостереженнями залежність між попитом і ціною на баштанні культури дозволяє обґрунтовувати заходи щодо управління реалізацією продукції.

Визначена динаміка зміни ціни на баштанові культури протягом періоду торгівлі плодами та залежність між попитом і ціною дозволять визначити оптимальні партії поставок та вибрати раціональну стратегію управління швидкопсувними запасами.

Виконане дослідження надає теоретичне підґрунття для моделювання процесу „доставка – реалізація” баштанних культур, яке дозволить вивчити вплив різних стратегій управління швидкопсувними запасами на ефективність процесу. На основі моделювання процесу стане можливим визначити оптимальну партію поставки швидкопсувної продукції за конкретних умов збору, перевезення та реалізації.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пузік Л.М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин : автореф. дис. ... д-ра сільськогосподарських наук : 06.01.15 / Пузік Людмила Михайлівна. – К., 2010. – 42 с.
2. Троицкая Н.А. Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении. / Н.А. Троицкая. – М.: АсМАП, 1999. – 128 с.
3. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич, И.А. Пластунок – СПб. : Питер, 2008. – 448 с.
4. Nahmias S. Perishable Inventory Systems / Steven Nahmias. – New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p. – (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
5. Blackburn J. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce / J. Blackburn, G. Scudder // Production and Operations Management. – 2009. – Vol. 18, Is. 2. – P. 129—137.

## REFERENCES

1. Puzik L.M. *Naukove obgruntuvannya ta rozrobka zakhodiv podovzhennia strokiv spozhyvannia plodiv harbuzovykh roslyn*. Dokt. Diss. [Scientific substantiation and developing measures to prolong the usage term of gourds. Dokt. Diss.]. Kyiv, 2010. 42 p. (Ukr)
2. Troitskaya N.A. *Organizatsiya perevozki skoropertyashchikhsya gruzov v mezhdunarodnom soobshchenii* [Organization of international transportation of perishable goods]. Moscow, AsMAP, 1999. 128 p. (Rus)
3. Lukinskyy V.S., Lukinskiy V.V., Malevich Yu.V., Plastuniak I.A. *Modeli i metody teorii logistiki* [Models and methods of the logistics theory]. Saint-Petersburg, Piter, 2008. 448 p. (Rus)
4. Nahmias S. *Perishable Inventory Systems* / Steven Nahmias. – New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p. – (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
5. Blackburn J. *Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce* / J. Blackburn, G. Scudder // *Production and Operations Management*. – 2009. – Vol. 18, Is. 2. – P. 129—137.

## РЕФЕРАТ

Коцюк М.О. Дослідження процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції / М.О. Коцюк // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Стаття присвячена висвітленню результатів дослідження закономірностей процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції на прикладі баштанних культур.

Об’єкт дослідження – процес реалізації баштанних культур та його складових: зберігання, транспортування і продаж.

Мета роботи – встановити закономірності функціонування процесу „доставка – реалізація” швидкопсувних продуктів для обґрунтування оптимальної величини партії поставки товару та вибору раціональної стратегії управління швидкопсувними запасами.

Методи дослідження. Методи математичного аналізу були використані при виведенні залежностей тривалості торговельної сесії та втрат продукції, а також для встановлення залежності між ціною і попитом на баштанні культури. Методами статистичного аналізу перевірялась адекватність виведених залежностей та була описана динаміка зміни ціни товару із плином часу. Частина даних була зібрана методами натурного спостереження.

Відмічено, що логістичний ланцюг „доставка – реалізація” баштанних культур характеризується: відсутністю централізованого управління процесом; наявністю неантагоністичних протиріч між учасниками процесу; різними критеріями оцінювання функціонування ланок ланцюга; зменшенням корисних властивостей продукту під час перебування у ланцюзі постачань. З огляду на ці особливості, використання традиційних ланцюгів постачань є неефективним. Тому для розробки логістичного ланцюга постачань необхідно вирішити три першочергові задачі: описати процес реалізації партії продукції; встановити залежність між попитом і ціною продукції; дослідити динамку зміни вартості продукції.

Процес реалізації баштанних культур було розглянуто на прикладі одноперіодичної моделі. При цьому було припущено, що попит протягом торговельної сесії має постійну інтенсивність, швидкість поповнення продукції миттєва, природна втрата ваги партії поставки на етапі передреалізаційного зберігання у кожний момент часу пропорційна наявному запасу, а на етапі реалізації – пропорційна інтенсивності попиту. Рішенням складеного диференційного рівняння були отримані залежності для визначення тривалості торговельної сесії та зміни запасу партії поставки у довільний момент часу.

Теоретичним підґрунтям встановлення залежності між попитом і ціною продукції були прийняті положення теорій маркетингу про наявність залежності пропозиція – попит та психофізики про зв’язок реакції людини на зовнішнє подразнення. Дослідження виконували на основі статистичних спостережень за реалізацією баштанних культур у торговельному закладі, обробки даних офіційної статистичної звітності та наведених у засобах масової інформації. Виведена аналітично залежність була підтверджена даними натурних спостережень, а адекватність перевірена

на основі статистичних даних. Отже, зв'язок відносних змін попиту та ціни на баштанні культури визначаються степеневою залежністю..

На основі регресійної моделі встановлена залежність зміни ціни на кавуни протягом сезону торгівлі. Зміна ціни викликає зміну попиту, який залежить від ще більшої кількості факторів, таких як дні тижня, погодні умови, склад сім'ї покупців тощо. Сумарний вплив багатьох передбачуваних та випадкових факторів веде до ймовірного розподілу попиту. В результаті статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним розподілом Релея.

Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення роботи виробничих, транспортних та торгівельних підприємств та організацій.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розробка стратегії постачання швидкопсувних продуктів у торгівельну мережу, яка максимізує прибуток за сезон реалізації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ШВИДКОПСУВНІ ПРОДУКТИ, МОДЕЛЬ, ЛОГІСТИКА, ПОСТАЧАННЯ.

#### ABSTRACT

Kotsiuk M.O. Researching the storing and realization process for perishable goods. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This article provides the research results of regularities of the storing and realization process for perishable goods in terms of melons.

Object of the study – melons realization process and its components: storing, shipment and selling.

Purpose of the study – to define the regularities of the delivery and realization process for perishable goods in order to substantiate the optimal batch size and choose a rational strategy for perishable inventory management.

Methods of the study. The mathematics analysis methods were used in deriving the dependencies of duration of trading season and product losses, as well as in defining the dependency between price and demand for melons. By the means of the statistics analysis methods, the adequacy of the derived dependencies was verified and the item price changing dynamics with flow of time was described. A part of data was collected by the means of the naturalistic observation methods.

The article points out that the logistics chain of delivery and realization for melons is characterized by the absence of centralized process management, the presence of nonantagonistic contradictions between participants of the process, the different evaluation criteria for chain links, the decreasing of useful properties of product throughout the supply chain. Considering these singularities, usage of traditional chains is noneffective. Therefore, three main tasks are necessary to be accomplished in order to build up a logistics chain: to describe the batch realization process, to define the dependency between demand and item price, research the cost changing dynamics.

Melons realization process was considered in terms of the single period model. In doing so, the assumptions that demand has a constant intensity throughout a trading season, resupply velocity is instantaneous, batch natural loss is proportional to on-hand inventories in every moment of time at the stage of prerealization storing, and, at the realization stage, it is proportional to demand intensity, were taken. The dependencies for defining the trading season duration and the batch size changing in random moment of time were achieved by solving a folded differential equation.

Propositions of marketing theories about connection between demand and supply and of psychophysics theories about human's reaction to external environment were accepted as the theoretic background in defining the dependency between demand and price. The researches have been performed based on statistical observations of melons' realization in a point of sale, processing of data given in official statistics reports and mass media. The analytically derived function was confirmed by the naturalistic observation data, and its adequacy was verified on the basis of statistical data. Hence, the connection between relative changes of demand and price of melons are determined by the exponential function.

On the basis of the regression model, the function of watermelon price throughout the trading season was determined. Price change causes a change of demand that depends on even major amount of factors,



such as day of week, weather conditions, family structure of customers etc. The summary influence of most foreseen and random factors causes a probability distribution. After statistical processing of observation data, it was defined that their distribution corresponds to theoretical Rayleigh distribution.

The achieved research results can be used for performance improvement of production, transport and trade enterprises and organizations.

Forecast assumptions about the object of study – developing a strategy of perishable goods supply into the trade network that maximizes a profit for realization season.

KEY WORDS: SHIPMENTS, EFFICIENCY, PERISHABLE GOODS, MODEL, LOGISTICS, SUPPLY.

#### РЕФЕРАТ

Коцюк М.А. Исследование процесса хранения и реализации скоропортящейся продукции / М.А. Коцюк // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Статья посвящена освещению результатов исследования закономерностей процесса хранения и реализации скоропортящейся продукции на примере бахчевых культур.

Объект исследования – процесс реализации бахчевых культур и его составных: хранение, транспортировка и продажа.

Цель работы – установить закономерности функционирования процесса „доставка – реализация” скоропортящихся продуктов для обоснования оптимальной величины партии поставки товара и выбора рациональной стратегии управления скоропортящимися запасами.

Методы исследований. Методы математического анализа были использованы при выводе зависимостей продолжительности торговой сессии и потерь продукции, а также для установления зависимости между ценой и спросом на бахчевые культуры. Методами статистического анализа проверялась адекватность выведенных зависимостей и была описана динамика изменения цены товара с течением времени. Часть данных была собрана методами натурного наблюдения.

Отмечено, что логистическая цепь „доставка – реализация” бахчевых культур характеризуется: отсутствием централизованного управления процессом; наличием неантагонистических противоречий между участниками процесса; разными критерии оценивания функционирования звеньев цепи; уменьшением полезных свойств продукта во время пребывания в цепи снабжения. Учитывая эти особенности, использование традиционных цепей снабжений представляется неэффективным. Поэтому для разработки логистической цепи снабжения необходимо решить три первоочередные задачи: описать процесс реализации партии продукции; установить зависимость между спросом и ценой продукции; исследовать динамику изменения стоимости продукции.

Процесс реализации бахчевых культур было рассмотрено на примере однопериодической модели. При этом предполагалось, что спрос на протяжении торговой сессии имеет постоянную интенсивность, скорость пополнения продукции мгновенная, естественная убыль веса партии поставки на этапе передреализационного хранения в каждый момент времени пропорциональна имеющемуся запасу, а на этапе реализации – пропорциональна интенсивности спроса. Решением составленного дифференциального уравнения были получены зависимости для определения продолжительности торговой сессии и изменения запаса партии поставки в произвольный момент времени.

Теоретической основой установления зависимости между спросом и ценой продукции были приняты положения теорий маркетинга о наличии зависимости предложение – спрос и психофизики о связи реакции человека на внешнее раздражение. Исследование выполняли на основе статистических наблюдений за реализацией бахчевых культур в торговом центре, обработки данных официальной статистической отчетности и приведенных в средствах массовой информации. Выведенная аналитически зависимость была подтверждена данными натурных наблюдений, а адекватность проверена на основе статистических данных. Итак, связь относительных изменений спроса и цены на бахчевые культуры определяются степенной зависимостью.

На основе регрессионной модели установлена зависимость изменения цены на арбузы на протяжении сезона торговли. Изменение цены вызывает изменение спроса, который зависит от еще

большого количества факторов, таких как дни недели, погодные условия, состав семьи покупателей и т.п. Суммарное влияние многих предвиденных и случайных факторов ведет к вероятностному распределению спроса. В результате статистической обработки данных наблюдений было установлено, что их распределение согласовывает с теоретическим распределением Релея.

Результаты исследования могут быть использованы для усовершенствования работы производственных, транспортных и торговых предприятий и организаций.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – разработка стратегии снабжения скоропортящихся продуктов в торговую сеть, которая максимизирует прибыль за сезон реализации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ПЕРЕВОЗКА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, СКОРОПОРТЯЩИЕСЯ ПРОДУКТЫ, МОДЕЛЬ, ЛОГИСТИКА, СНАБЖЕНИЕ.

**АВТОР:**

Коцюк Максим Олександрович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри транспортні системи та безпека дорожнього руху, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, тел. +380938724241, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

**AUTHOR:**

Kotsiuk Maksym Oleksandrovych. National Transport University, graduate student department transport systems and road safety, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, tel. +380938724241, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

**АВТОР:**

Коцюк Максим Александрович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры транспортные системы и безопасность дорожного движения, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, tel. +380938724241, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Воркут Т.А. доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Заславський В.А. доктор технічних наук, професор, Київський національний університет ім. Т. Шевченко, професор кафедри математичної інформатики.

**REVIEWER:**

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of department of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Zaslavskiy V.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department for mathematical informatics, Kyiv, Ukraine.