

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

КОЦЮК МАКСИМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 656.135:658.74.018.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ «ДОСТАВКА – РЕАЛІЗАЦІЯ»  
БАШТАННИХ КУЛЬТУР

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник  
Гульчак Оксана Дмитрівна  
кандидат технічних наук, доцент

Київ – 2016

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1 Проблеми управління поставками і запасами баштанних культур.....	9
1.1 Стан, проблеми реалізації баштанних культур.....	9
1.2 Аналіз моделей і систем управління швидкопсувними запасами.....	15
1.3 Постановка проблеми і завдань дослідження.....	24
1.4 Висновки до розділу 1.....	29
Розділ 2 Теоретичні основи функціонування процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	30
2.1 Аналіз процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	30
2.2 Дослідження параметрів процесу.....	39
2.3 Аналіз транспортно-технологічних схем автомобільних перевезень.....	46
2.4 Дослідження взаємозв'язку попиту і вартості кавунів.....	52
2.5 Дослідження закономірностей реалізації баштанних культур.....	59
2.6 Висновки до розділу 2 .....	64
Розділ 3 Розробка моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	66
3.1 Формалізація моделі «доставка – реалізація» баштанних культур.....	66
3.2 Моделювання процесу зберігання продукції.....	70
3.3 Моделювання тривалості процесу реалізації продукції.....	73
3.3.1 Постійна інтенсивність попиту.....	75
3.3.2 Непостійна інтенсивність попиту.....	77
3.4 Моделювання процесу перевезень баштанних культур.....	81
3.5 Розробка математичної моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	93
3.6 Аналіз результатів моделювання процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	98

3.7 Висновки до розділу 3 .....	104
Розділ 4 Практична реалізація теоретичних досліджень процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.....	106
4.1 Розробка імітаційної моделі процесу.....	106
4.2 Дослідження на імітаційній моделі процесу .....	111
4.3 Визначення раціональної стратегії управління процесом.....	116
4.4 Методичні основи управління поставками і запасами баштанної продукції .....	125
4.5 Впровадження результатів дослідження.....	130
4.6 Висновки до розділу 4 .....	133
Висновки.....	134
Перелік посилань.....	136
Додаток А. Акти про впровадження результатів роботи.....	152
Додаток Б. Дані експериментальних спостережень за реалізацією кавунів.....	155
Додаток В. Програмна реалізація імітаційної моделі процесу «доставка – реалізація» швидкопсувних продуктів.....	156

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Аграрний сектор економіки України динамічно розвивається, розширює свою присутність на світовому продовольчому ринку і значною мірою формує дохідну частину державного бюджету. Більшість видів сільськогосподарської продукції відноситься до категорії товарів, що з плином часу стрімко втрачають свої споживчі якості. Сумарні втрати такої продукції у процесі збирання, доставки і реалізації можуть досягати 50 % навіть у економічно розвинених країнах. В Україні, зважаючи на нижчий рівень логістичного середовища, ці втрати оцінюються як ще вищі. Реформування умов ведення бізнесу, особливо в аграрному і транспортному комплексах країни, створює сприятливе підґрунтя для підвищення ефективності економічної діяльності.

Забезпечення потреб населення у свіжій продукції рослинництва пов'язане з певними проблемними аспектами. Це, зокрема необхідність чіткого визначення обсягу партії, орієнтованого на поточний попит на ринку, забезпечення раціональної транспортно-технологічної схеми перевезень і умов зберігання даної продукції, встановлення періодичності відправок товару. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є організація перевезень та збути продукції на засадах логістики. Завадою у такому вирішенні проблеми є відсутність відповідного методичного забезпечення, розробка якого потребує виконання наукових досліджень.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.* Наукові результати роботи отримані при виконанні Національним транспортним університетом (НТУ) теми за планами Міністерства освіти і науки України: «Управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху в транспортних системах України» (номер держреєстрації РК 0111 U000099), яка передбачена положеннями «Транспортної стратегії України на період до 2020 року», що затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року», № 2174-р від 20 жовтня 2010 р., а також завданнями Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і

іхніми державами-членами, з іншої сторони, ратифіковану Законом України № 1678 – VII від 16.09.2014 р. окрім наукові результати отримані при виконанні господарської теми НТУ № 207 «Підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень та експедиторської діяльності» у 2015 р.

*Мета і завдання дослідження* Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур шляхом вибору раціональних параметрів управління поставками і транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз впливу методів управління поставками і організації перевезень у контексті підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур;
- встановити закономірності зміни значень параметрів псування плодів баштанництва, вартості та тривалості виконання технологічних операцій у межах процесу «доставка – реалізація» баштанних культур, взаємозв'язку між ціною баштанних продуктів і споживчим попитом на них;
- розробити математичну модель процесу «доставка – реалізація» баштанних культур з урахуванням нестационарності ціни і попиту на продукцію;
- дослідити вплив критерія оптимізації, варіювання обсягу партії поставки, стохастичності попиту на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур;
- розробити методику визначення раціонального розміру партії поставки продукції баштанництва.

*Об'єкт дослідження* – процес «доставка – реалізація» баштанних культур, складовими якого є операції з виконання вантажних робіт, перевезення, зберігання і продажу продукції.

*Предмет дослідження* – закономірності впливу параметрів управління на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

*Методи дослідження.* Дослідження було виконано з використанням: методів системного аналізу для дослідження структури процесу «доставка –

реалізація» баштанних культур та його характеристик; методів теорії ймовірності та математичної статистики для аналітичного опису складових елементів процесу «доставка – реалізація» баштанних культур; методів імітаційного моделювання для дослідження параметрів управління поставками та запасами швидкопсувної продукції в умовах стохастичного попиту.

*Наукова новизна одержаних результатів.* Вперше розроблено детерміновану динамічну модель управління запасами з обмеженим терміном придатності та неперервним псуванням у часі, що на відміну від інших відомих моделей враховує ефект одночасної нестационарності ціни продукту та попиту на нього, за рахунок чого забезпечується більш точна оцінка величини прогнозованого прибутку кінцевого учасника процесу.

Удосконалено ринково-орієнтований метод обґрунтuvання вибору транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень в залежності від обсягу партії відправлення, кількості учасників процесу «доставка – реалізація» та географії перевезень, що надає можливість зменшення частки транспортних витрат у кінцевій ціні товару.

Дістав подальшого розвитку алгоритм підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» за умов одночасної нестационарності ціни продукту і попиту на нього, що на відміну інших заснований на моделі прибутку і дозволяє підвищити точність визначення раціональних обсягів партій продукту і кількості поставок протягом планового періоду.

*Практичне значення одержаних результатів* Розроблено методику визначення раціонального розміру партії поставки швидкопсувної продукції за критерієм максимізації прибутку з урахуванням одночасної нестационарності ціни і попиту на неї. Запропоновано теоретичні передумови і математичні залежності оцінки ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур, що дозволяють визначити взаємозв'язок його складових елементів, фактори впливу на тривалість і прибутковість реалізації та умови досягнення максимальної ефективності процесу за рахунок раціоналізації розміру партії поставки.

Визначено області ефективного використання типів рухомого складу і транспортно-технологічних схем для перевезень баштанних культур. Уточнено параметри псування плодів баштаництва у ненормативних умовах зберігання, що дозволяє що дозволяє встановлювати втрати продукції в процесі її реалізації, а також оцінювати ефективність заходів щодо забезпечення її схоронності.

На основі алгоритму імітаційної моделі процесу «доставка – реалізація» було розроблено відповідний програмний продукт, що дозволяє визначати раціональний обсяг партії поставки для різних вхідних параметрів.

Практична цінність підтверджується впровадженням результатів роботи у господарську діяльність транспортно-експедиторського підприємства ТОВ «Сван Транс» та фермерського господарства «Плоди Меркурія» (додаток А), що дозволило зменшити собівартість перевезень на 5 – 10 % і збільшити прибуток від реалізації на 10 %. Окремі результати дослідження були впроваджені у навчальний процес Національного транспортного університету при підготовці фахівців за напрямом «Транспортні технології».

*Особистий внесок здобувача.* Основні положення та результати досліджень за темою дисертаційної роботи здобувачем отримані самостійно. Здобувачем опубліковано 10 статей у наукових фахових виданнях [1 – 10], яких 5 – одноосібно [5 – 9]. У роботах написаних у співавторстві особисто здобувачем на основі аналізу особливостей процесу «доставка – реалізація» швидкопсувної продукції обґрунтовано його критерій ефективності [3]; розроблено методику встановлення оптимального розміру замовлення швидкопсувних товарів в умовах постійної інтенсивності попиту [4]; виявлено закономірності на розробленій аналітичній моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур [10]; розроблено модель процесу «доставка – реалізація» баштанних культур [1]; наведено методику обґрунтування вибору транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень баштанних культур [2].

*Апробація результатів дисертації.* Результати наукових розробок, отримані під час виконання дисертаційної роботи, доповідались на чотирьох щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу і студентів

Національного транспортного університету, Київ, 2012 – 2015 pp.; на: міжнародній науково-практичній конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики», Міністерство інфраструктури України, Київ, 2012 р.; 1-й Міжнародній інтернет-конференції молодих вчених і студентів «Проблеми розвитку транспортних систем в євразійському регіоні», Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Луганськ, 2013 р.; 5-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку Євразійських транспортних систем», Південно-Уральський державний університет, Челябінськ, 2013 р.; 8-й Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування», Донський державний технічний університет, Ростов – на – Дону, 2015 р.; науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт сьогодні: проблеми і перспективи», ФДБОЗ ВО «Воронезький державний лісотехнічний університет» ім. Г.Ф. Морозова, Вороніж, 2015 р.

*Публікації.* За матеріалами дисертації опубліковано 10 статей, з яких 5 – одноосібно. Основні теоретичні та практичні положення дисертаційної роботи опубліковані у 8 статтях спеціалізованих наукових видань, які включені до переліку наукових фахових видань України, у тому числі 5 – одноосібно [5 – 9]. У закордонних виданнях опубліковано 2 статті [1 – 2]. Тези доповідей здобувача на конференціях представлені у восьми збірниках [11 – 18]. За результатами дисертації написано науковий твір [19] і отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп’ютерну програму [20]. Окремі результати досліджень викладено у чотирьох звітах про науково-дослідну роботу [21 – 25].

# РОЗДІЛ 1

## ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОСТАВКАМИ І ЗАПАСАМИ БАШТАННИХ КУЛЬТУР

### 1.1 Стан, проблеми реалізації баштанних культур

Аграрне виробництво традиційно є однією з провідних галузей економіки України, що є запорукою її продовольчої безпеки та незалежності, сприяє розвитку інших галузей народного господарства, забезпечує населення робочими місцями і значною мірою формує дохідну частину державного бюджету. Частка продукції сільськогосподарського виробництва у товарній структурі експорту України [26] має стала тенденцію до зростання при стагнації інших товарних груп (рис.1.1). На сьогоднішній день, Україна є значним гравцем на світовому продовольчому ринку і займає провідні місця у торгівлі окремими видами сільськогосподарської продукції [27].

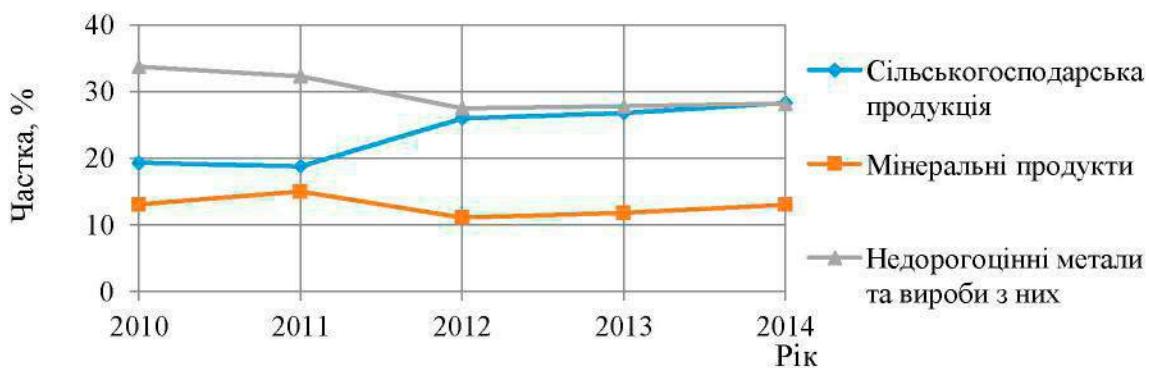


Рисунок 1.1 – Динаміка структури експорту України  
за окремими видами товарних груп

З метою забезпечення життєздатності сільського господарства, його конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках, була прийнята «Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року» [28], де передбачалося збільшення обсягу експорту сільськогосподарської

продукції у два рази. Цьому має сприяти активізація розвитку транспортного забезпечення, як зазначено у програмі «Транспортна стратегія України на період до 2020 року» [29].

Близько 45 % обсягу валового виробництва сільськогосподарської продукції в Україні становить рослинництво. Щорічно на аграрних підприємствах вирощується майже 350 різних видів рослин. Сучасну спеціалізацію рослинництва України формує декілька напрямів, до яких належить і баштанництво. До баштанних культур за морфологічними ознаками відносять кавуни, дині, гарбузи, кабачки і патисони. При цьому кавуни складають біля 80% загального обсягу врожаю. Останніми роками спостерігається динамічний розвиток баштанного виробництва, оскільки реалізація даної продукції приносить досить значні прибутки її виробникам, а попит на неї залишається потенційно високим не тільки у межах країни, але й за кордоном (рис. 1.2) [30 – 32].

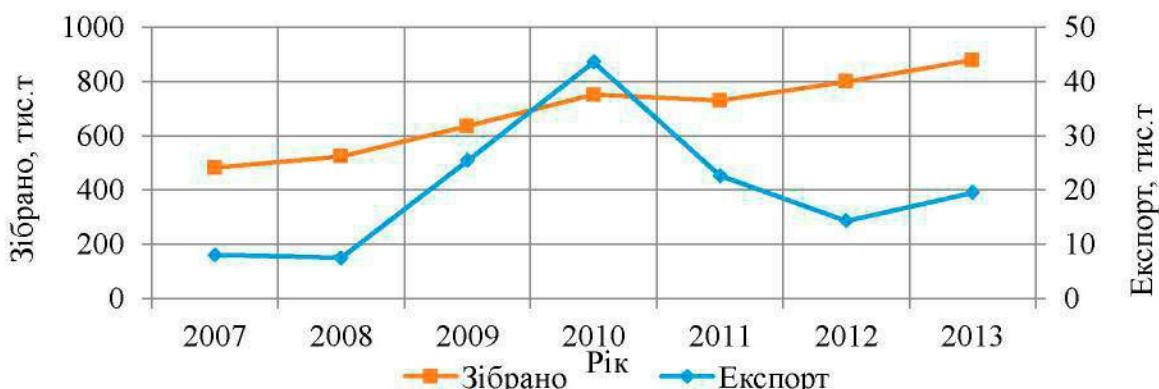


Рисунок 1.2 – Динаміка збору та експорту кавунів і динь в Україні

У валовому експорті баштанних культур Україна поступається тільки найбільшим світовим лідерам, таким як Китай, Туреччина, Іран, Єгипет, Росія, Іспанія. Незважаючи на позитивну тенденцію до щорічного збільшення обсягів виробництва баштанної продукції, її все одно не вистачає для забезпечення внутрішнього попиту, що свідчить про потенційні можливості розвитку даного сегменту рослинництва в Україні.

Перепонами для збільшення власного експортного потенціалу у сільському господарстві є несприятливі умови ведення бізнесу і відставання від розвинених країн світу у впровадженні логістики у господарській діяльності. Згідно міжнародних експертних оцінок, умови впровадження логістичних принципів у виробництво і збут продукції в Україні сьогодні знаходяться на доволі низькому рівні, що підтверджує динаміка індексу економічної свободи (рис. 1.3).

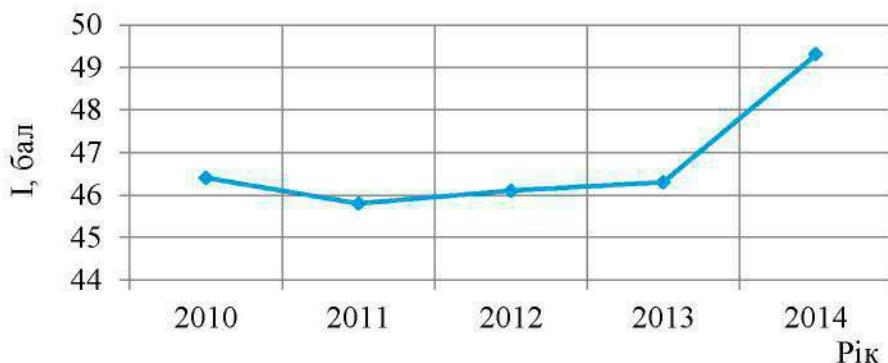


Рисунок 1.3 – Динаміка індексу економічної свободи України

Економічно вільному суспільству відповідає найвищий бал – 100 одиниць. Зі зростанням залежності економіки від державного устрою, значення показника зменшується. Розрахунок цього показника для більшості країн світу щорічно виконують «Wall Street Journal» і «Heritage Foundation» на основі 10-ти індикаторів [33]. У 2014 році Україна, у порівнянні з минулим роком, набрала на три бали більше – 49,3, але все ще відноситься до країн з репресивною економікою (наступна категорія: переважно невільна економіка – від 50 до 60 балів) та впродовж 2010 – 2014 років займає у рейтингу стійке положення в останній 30-ці зі 179 країн світу.

Вітчизняні підприємці і міжнародні експерти визнають, що адміністративні бар'єри для розвитку підприємництва в Україні є надмірно високими і ситуація потребує активізації регуляторних реформ. При цьому варто зазначити, що проблеми полягають не тільки у недосконалості нормативно-правових актів, але й у неналежному їх впровадженні та виконанні. На думку експертів, фіscalні, логістичні обмеження і нетарифні заходи регулювання торгівлі створюють істотні

перешкоди для здійснення зовнішньоекономічної діяльності в Україні [34]. Тому оцінки логістичного середовища України і його складових за версією Світового банку посередні [35]. Про це свідчить 61-е місце України у 2014 році у рейтингу зі 160 країн світу. Аналіз динаміки значень оцінок логістичного середовища (рис. 1.4) свідчить про тенденцію до зростання, тобто поступове покращення умов логістичного середовища. Аналітики відмічають, що незначні відхилення значень оцінок за період 2007 – 2010 років викликані не стільки зусиллями українського бізнес-середовища, скільки діями інших країн світу. Ці незначні відхилення складових інтегральної оцінки – індексу ефективності логістики, привели до різкого падіння місця України у світовому рейтингу у 2010 році (рис. 1.5). Останніми роками, логістичне середовище України у порівнянні з іншими країнами світу поступово поліпшується, за виключенням рівня логістичних послуг. За останні два роки він в Україні не змінився, однак, при цьому, 11 країн світу суттєво підвищили свої оцінки у рейтингу.

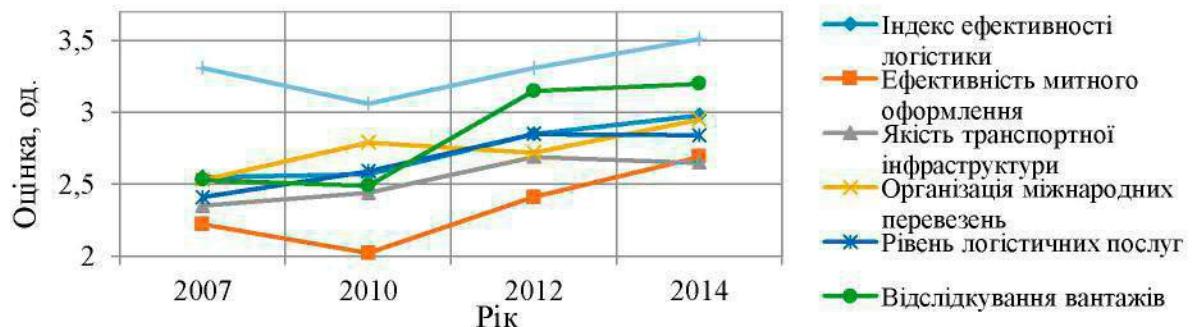


Рисунок 1.4 – Динаміка значень оцінок логістичного середовища України

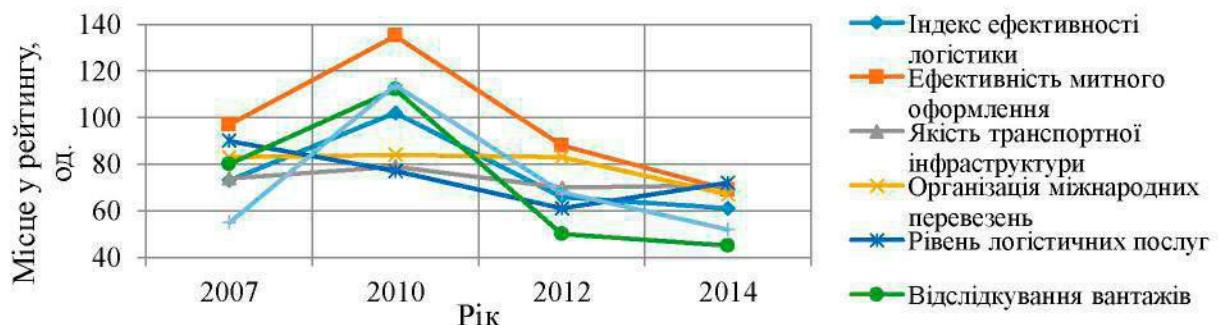


Рисунок 1.5 – Динаміка місця України у світовому рейтингу за оцінками логістичного середовища і його складових

У рамках реалізації Угоди про асоціацію України з ЄС очікується реформування державного управління, розгортання боротьби з корупцією, адаптація нормативно-правової бази до стандартів країн Європи і спрощення доступу до їх ринків, підвищення рівня конкурентної боротьби у сфері економічної діяльності [36]. Реалізація цих та інших напрямків розбудови держави створює підґрунтя для розробки та впровадження логістичних систем «виробництво – доставка – реалізація» товарів.

При забезпеченні населення продукцією рослинництва постають наступні задачі: збереження врожаю, доставка продукції до місця збути та її реалізація. Перевезення такої продукції до місця зберігання або реалізації виконується переважно автомобільним транспортом. При організації перевезень продукції рослинництва варто зважати на наступні аспекти:

- переважна більшість видів даної продукції є вантажами другого класу, що обмежує використання вантажопідйомності транспортних засобів;
- продукція не підлягає тривалому зберіганню і може потребувати спеціального температурного режиму;
- товар із плином часу втрачає споживчі якості;
- продукції властиві щоденні природні збитки.

Більшість видів продукції рослинництва відноситься до товарів, що склонні до псування. Вони мають обмежений термін придатності і характеризуються неперервними кількісними та якісними втратами. Зокрема, за даними Ради з захисту природних ресурсів, у найбільш економічно розвинених країнах світу сумарні втрати такої продукції у процесах збору, доставки і реалізації можуть досягати 50% [37]. Зважаючи на нижчий рівень технологічних процесів, в Україні ці втрати можуть оцінюватися як ще вищі.

Крім цього, у протиріччя вступають критерії ефективності транспортного процесу за характеристиками склонності вантажу і вартості перевезення. Також, додаткові ускладнення виникають при здійсненні міжнародних перевезень, складовою яких є процедура митного оформлення товару. Досвід реалізації пілотного проекту «Нова євразійська транспортна ініціатива», ініціатором якого

був Міжнародний союз автомобільного транспорту (IRU), показує, що до 40% часу рейсу вантажні автомобілі витрачають на простої на кордонах [38]. Через численні й тривалі простої на кордонах середня швидкість руху автотранспортних засобів на маршрутах Європа – Азія є вкрай низькою і становить близько 17,5 км/год., що відповідає швидкості гужового транспорту.

На думку фахівців АсМАП України, найбільшою проблемою міжнародних автомобільних перевезень є внутрішні термінали, де автомобілі очікують замитнення до трьох діб. При цьому 60 % часу виконання рейсу транспортні засоби простоюють на прикордонних переходах і тільки 40 % – рухаються по маршруту [39]. Рішення цієї проблеми лежить далеко за межами наукових досліджень і потребує втручання державних органів.

Тривалість перевезень має дуже суттєве значення для визначення терміну реалізації товару, оскільки вона здійснює прямий вплив на залишковий термін його придатності. Крім того, термін доставки продукції від поля до споживача істотно впливає на географію перевезень та обсяги виробництва, враховуючи той факт, що у південних регіонах України баштанні культури дозрівають на три тижні раніше ніж у північних.

Транспортні технології автомобільних перевезень швидкопусивних вантажів широко висвітлені у роботах багатьох авторів [40 – 46]. У цих працях викладені теоретичні основи організації транспортного процесу та висвітлено проблеми практичного застосування відповідних транспортно-технологічних схем. Однак, стосовно організації автомобільних перевезень, автори наводять відомості лише нормативно-правового і техніко-технологічного характеру. Досліджень щодо впливу транспортно-технологічної схеми, тривалості, умов і вартості перевезення на кінцевий результат діяльності сторін контракту купівлі – продажу не виявлено.

Втрати продукції рослинництва при транспортуванні та зберіганні значно менші, ніж на етапі її реалізації, де вони досягають 20 % [47, 48]. Крім того, на етапі реалізації товару змінюється критерій ефективності процесу, оскільки у торгівлі найбільш пріоритетним є одержання максимальної вигоди за одиницю часу і можливість впливу на стимулювання попиту інструментами маркетингу.

Необхідно зазначити, що у процесі, від збору врожаю до його реалізації, задіяні виробники, перевізники і реалізатори, робота кожного з яких характеризується різними критеріями ефективності. Крім того, кожен прагне максимізувати власний прибуток, тобто виникає проблема розподілу доходу між учасниками процесу «доставка – реалізація» продукції.

Отже, функціонування ланцюга постачання продукції рослинництва характеризується відсутністю єдиного критерію ефективності процесу «доставка – реалізація» з огляду на протиріччя, що виникають між його учасниками на кожному етапі. Методичне забезпечення підвищення ефективності даного процесу у ланцюгах постачань у фаховій літературі не відображене.

## 1.2 Аналіз моделей і систем управління швидкопсувними запасами

Загально відомо, що ефективний контроль над рівнем матеріальних запасів може значно скоротити витрати, таким чином сприяючи ефективному обігу товарів і послуг в економіці. Більшість стратегій контролю над запасами засновані на методології теорії управління запасами. Майже в усіх дослідженнях, приймалося припущення, що запаси продукції мають необмежений термін придатності та їх корисність є незмінною з плинном часу. Насправді, є дуже широкий асортимент продукції, для якої таке припущення є невірним. До нього, зокрема, відносяться швидкопсувні продукти.

Виходячи з загальноприйнятих визначень у фахово-науковій та нормативній літературі, швидкопсувним продуктом вважається такий, споживча та ринкова вартості якого безперервно зменшуються в залежності від умов і часу зберігання та перевезення і повністю втрачаються, якщо продукт не буде реалізовано протягом визначеного терміну часу. Для побудови ефективної системи «виробництво – споживання» цих товарів застосовують принципи логістики, які передбачають виконання робіт за напрямами: створення ланцюга постачання, обґрунтування системи управління складськими запасами, вибір транспортно-технологічної схеми та стратегії реалізації продукції.

З впровадженням ланцюгів постачань «виробництво – транспортування – реалізація» і розробкою відповідних технологій ресурсозбереження під час перевезення сільськогосподарської продукції цікавість до систем управління швидкопсувними запасами постійно зростає. Поодинокі дослідження в цьому напрямку не дають відповіді на багато запитань практичної діяльності. Тому вивчення закономірностей функціонування систем управління швидкопсувними запасами потребує наукового дослідження.

Розробка моделей управління складськими запасами зустрічається у працях прикладної теорії логістики [49 – 53] і теорії управління запасами [54 – 58]. Найбільш повний аналіз варіацій цих моделей наведено у роботі [53]. Аналіз і розвиток моделей управління складськими запасами швидкопсувних товарів викладено у монографії [56]. Автори робіт [54, 56] звертають увагу на те, що значна кількість запропонованих моделей в силу прийнятих припущень не може бути використана на практиці, тому що зусилля вчених були направлені на рішення задач переважно у легкій абстрактній постановці без серйозного опрацювання обчислювальних аспектів. Крім того, зазначають, що у багатьох випадках – рішення складні та незручні у використанні. Тому лише у 45 % робіт сформульовані задачі доведені до практичного вирішення [54].

У загальній сукупності розроблених моделей, частка моделей, що присвячені управлінню запасами швидкопсувних товарів, не перевищує кількох відсотків. Це пояснюється тим, що такі задачі важко піддаються аналізу. Зокрема, Піт Вейнот після розробки різних детермінованих моделей замовлення і виробництва швидкопсувних запасів зазначив, що отриманий запис був настільки складним та незручним, що він вирішив за краще не продовжувати роботу у цьому напрямку, а зайнятися рішенням інших математичних задач [56].

Напрямки перспективних досліджень у галузі управління швидкопсувними запасами визначені С. Наміасом у монографії [56]. Однак, вони стосуються тільки окремих складів. Більш складна задача – організація ланцюгів постачання швидкопсувних товарів – майже не розглядається. Нечисленні роботи [59] свідчать про початок досліджень у цьому напрямку. Крім того, у дослідженнях не

розглядаються особливості роботи підприємств, що взаємодіють, та вплив транспортної складової. Тому дослідження систем управління швидкопсувними запасами є актуальними.

З метою пошуку моделей, гіпотез та припущень, методів рішення окремих задач, які можливо використати при описі ланцюга постачання «виробництво – транспортування – реалізація» швидкопсувної продукції було виконано аналіз моделей управління швидкопсувними запасами.

Теорія управління запасами бере свій початок з відомої формули економічного розміру замовлення, вперше виведеної Фордом Харрісом майже 100 років тому [56]. Після його роботи, розвиток теорії управління запасами майже повністю призупинився до кінця Другої світової війни. Серйозні дослідження стохастичних моделей управління запасами почалися близько 1950 року. На цьому етапі слід виділити таких авторів, як Ароу, Харріс і Маршак. Вони були першими дослідниками, які здійснили ретельний аналіз задачі багатоперіодного стохастичного моделювання управління запасами. У 1960-х роках відбувся сплеск робіт у сфері теорії управління запасами, який тривав біля двох десятиліть. Потім кількість публікацій значно зменшилась і на даний час залишається на сталому, але суттєвому рівні.

На сьогодні, теорія управління запасами є добре розробленим розділом економіко-математичних моделей, де розроблені підходи до оптимізації роботи складів, які є атрибутом дуже великої кількості економічних об'єктів. Досліджено найрізноманітніші моделі, що відрізняються за видом запасів, структурою систем зберігання, способом контролю рівня запасів, структурою запасів. Різноманітні, також, і математичні моделі управління запасами: статичні та динамічні, детерміновані та стохастичні, стаціонарні та нестаціонарні, замкнуті та розімкнуті за попитом, з випадковими поставками і часом поставок тощо.

Зважаючи на велику кількість моделей і систем управління запасами, їх аналіз було виконано за укрупненими структурними елементами задачі (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Структурні елементи задачі управління запасами та їх різновиди

Структурні елементи задачі	Різновиди
Система постачання	Варіант побудови: - децентралізована; - лінійна; - ешелонована. Кількість товарів: - одноНомеклатурна; - багатономенклатурна. Мінливість параметрів: - статична; - динамічна.
Термін придатності та корисності запасу	Необмежений термін з незмінною корисністю. Безперервна втрата корисності. Старіння. Псування.
Стратегія випуску запасів	FIFO («першим прийшов – першим вийшов»). LIFO («останнім прийшов – першим вийшов»).
Спосіб поповнення запасів	Миттєвий. Затримка на фіксований термін. Затримка з відомим розподілом тривалості.
Попит на запаси	Ступінь мінливості: - стаціонарний; - нестаціонарний. Ступінь регулярності: - детермінований; - стохастичний. Ступінь безперервності: - безперервний; - дискретний; Ступінь впливу інші товарів: -залежний; - незалежний; Ступінь впливу дефіциту: - відкладений; - втрачений.
Функція витрат	Зберігання. Транспортування. Замовлення партії поставки. Штрафи.
Обмеження	У величині поставки. У місткості складу. У кількості поставок на заданому інтервалі. Тощо
Стратегія управління запасами	$(T,q)$ . $(T,S)$ . $(s,q)$ . $(s,S)$ . $(T,s,S)$ . де: $T$ - період поповнення запасу; $q$ – постійний обсяг поповнення; $S$ – верхня межа запасу на складі; $s$ – нижня межа запасу на складі.

Під системою постачання розуміють сукупність джерел замовлень та складів, між якими в процесі операцій постачання виконуються перевезення. Відомі три варіанти побудови систем постачання: децентралізована, лінійна і

ешелонована. Децентралізована передбачає безпосереднє обслуговування споживачів закріпленими за ними складами. При цьому дефіцит на одному складі може покриватись за рахунок надлишку на іншому складі або із загального невичерпного джерела. Лінійна система передбачає наявність ланцюга постачання з буферними складами. При ешелонованій системі покриття дефіциту виконують за рахунок складів вищої інстанції. У найпростішому випадку система постачання зводиться до одного складу. За кількістю товарів, які розглядають, системи постачання поділяються на однорідні та багатономенклатурні. Багатономенклатурність є основним фактором, що значно ускладнює модель. В роботі [54] наведено ряд прийомів, що дозволяють багатономенклатурну модель звести до однономенклатурної. Дослідження ланцюга «виробництво – транспортування – реалізація» потребує розгляду лінійної системи постачання.

Системи постачань, в залежності від мінливості їх параметрів та значень змінних управління, поділяються на статичні та динамічні. До статичних відносяться моделі, де всі параметри не залежать від часу, а момент витрат певної суми для показника ефективності не є суттєвим. За критерій ефективності для статичних систем приймають мінімальні витрати за один період або одиницю часу, а для динамічних – суму витрат за час, що розглядають. У динамічних задачах необхідно враховувати економічну вигоду від відстрочки платежів, а також залежність початкового запасу в кожному періоді від рішень, прийнятих у попередніх періодах. Встановлено, що одноперіодні моделі ігнорують ефекти прострочення терміну придатності товару [56]. У багатоперіодних моделях оптимальний розмір замовлення зменшується зі збільшенням початкового рівня запасів.

Важливим параметром системи постачання є характеристика придатності продукції. Навіть мала природна втрата за період між їх поставками вносить суттєвий вклад у витрати на зберігання і потребує врахування у моделі. Однак, для деяких видів запасів можливо прийняти припущення про відсутність старіння за умови, що зміна властивості товарів протягом періоду реалізації значно менша за очікуваний попит.

Важливе значення для моделі має стратегія випуску партії товару. Якщо стратегію випуску визначає виробник, то, очевидно, що в його інтересах буде збувати, в першу чергу, найстаріші продукти – стратегія FIFO (англ. «First in, first out» – «першим прийшов – першим вийшов»). Якщо ж споживач визначає стратегію відвантаження, то, швидше за все, він обере найсвіжіші продукти, керуючись стратегією LIFO (англ. «Last in, first out» – «останнім прийшов – першим вийшов»). У переважній більшості літературних джерел, присвячених управлінню запасами швидкопсувної продукції, прийнята стратегія FIFO, тому що вона є найбільш економічно ефективною і допускає мінімум прострочень. При цьому можлива стратегія випадкового випуску, яка ще не розглядалася у контексті оптимальних стратегій замовлення для швидкопсувної продукції.

Попит на товари може бути: стаціонарним або нестаціонарним, детермінованим або стохастичним, безперервно розподіленим або дискретним, залежним від попиту на інші товари або незалежним, відкладеним, втраченим. Принципово розрізняють дві ситуації: попит, що не реалізований у поточному періоді, можливо задоволити у подальшому і відмова в обслуговуванні. Наслідком відмови, зокрема для торгівлі, є втрачений разовий дохід та можлива повна втрата частини клієнтів.

За критерій стаціонарності попиту приймають коефіцієнт варіації. Якщо його значення перевищує 0,2, попит вважають детермінованим. При достатньо великому попиті за період (не менше чотирьох одиниць) використовують більш привабливі з точки зору обчислювальних методів безперервне представлення попиту з округленням результатів до найближчого цілого числа. При рішенні багатоперіодних задач методами динамічного програмування для скорочення обсягу розрахунків, навпаки, виконують дискретизацію процесу.

За способом поповнення запасів моделі розрізняють: миттєва поставка, затримка поставок на фіксований термін, випадкова затримка з відомим розподілом тривалості. Критерієм вибору варіанту є очікуване значення попиту за час затримки між поданням та виконанням замовлення. Якщо цією величиною можливо знехтувати, прийнятним є використання моделі з миттєвою поставкою.

У протилежному випадку, при малому коефіцієнті варіації затримки, вибирають модель із фіксованою затримкою, а при великому – із випадковою.

Крім того, виділяють наступні обсяги поставок: обсяг відповідає потрібній кількості або є випадковою величиною із характеристиками закону, залежними від величини замовлення.

Функція витрат, як правило, приймається за показник ефективності стратегії управління і враховує наступні витрати: витрати зберігання, транспортні витрати, витрати на замовлення партії поставки, витрати на штрафи. Накопичений досвід рішення задач управління запасами свідчить про те, що цільова функція на ділянці оптимуму змінюється повільно. У поєднанні з неминучою похибкою вихідних даних, це виправдовує наближений розрахунок оптимальних параметрів та різні припущення, які необхідно зробити для отримання рішення. Слід зазначити, що у задачах з урахуванням випадкових факторів, очікувані витрати завжди вищі, ніж у детермінованому випадку при тогожних вихідних даних.

У розглянутих роботах основним є облік витрат на зберігання запасів на складах, а також витрат від переповнення або спустошення складу. Такі теоретичні результати орієнтовані, в основному, на виробничі запаси і методи управління ними. При цьому не розглядається специфіка роботи та взаємодія підприємств, задіяних у виробництві і реалізації швидкопусувної продукції. Це обмежує використання даних рішень у сфері торгівлі, так як вони не враховують цілий ряд специфічних особливостей. Зокрема, операції з купівлі і продажу товарів характеризуються зовсім іншим критерієм оптимальності – одержанням максимальної вигоди за одиницю часу. Серед інших особливостей можливо виділити наступні: можливість регулювати попит, змінюючи роздрібну ціну, обмеження часу продажу партії товару, погіршення споживчих властивостей товару із часом, залежність витрат на закупівлю і транспортування товару від обсягу замовлення, залежність реалізаційної ціни від терміну придатності товару, неоднорідний характер псування продукції при здійсненні технологічних операцій тощо.

У задачах управління запасами можуть бути різні обмеження, наприклад: обмеження величини поставки, місткості складу, кількості поставок у заданому інтервалі часу тощо.

Набір правил визначення моменту та обсягу поставки визначає стратегію управління запасами. У періодичних стратегіях замовлення виконують в кожному періоді  $T$ , а в стратегіях з критичними рівнями (безперервний контроль) – при зменшенні запасів до або нижче порогу  $s$ . Друге правило визначає обсяг поставки: постійна партія обсягу –  $q$  або партія, що поповнює наявні запаси до верхньої критичної межі  $S$ . Комбінація правил визначає кожну із можливих стратегій.

Стратегія з періодичним поповненням запасів та постійним обсягом замовлення  $(T,q)$  не має елементу зворотного зв'язку. Тому описує некерований процес. Може бути використана за умови стабільного попиту. Періодична стратегія з верхньою критичною межею  $(T,S)$  гнучко реагує на зміну попиту. Визнана область її застосування – висока ціна штрафів. Моделі з періодичним поповненням мають нерегульовану частоту замовлень, що викликає надлишкові транспортні та адміністративні витрати. Крім цього, ці стратегії потребують більших страхових запасів, ніж стратегії з постійним контролем запасів.

Стратегії з пороговим рівнем запасів реалізують принцип зворотного зв'язку із станом процесу. Модель з критичним рівнем  $(s,q)$  реагує на попит більш повільно, ніж  $(T,S)$ , тому що попит із моменту останньої поставки до переходу критичного рівня накопичується без виклику реакції системи, що в певних випадках викликає дефіцит. Дворівнева система  $(s,S)$  вважається найбільш гнучкою по відношенню до попиту та дозволяє підтримувати постійність запасів поблизу критичного рівня при достатньо низькій частоті поставок.

При надходженні вимог у дискретні моменти часу немає сенсу контролювати рівні безперервно – достатньо порівнювати  $s$  з залишком після задоволення кожної чергової вимоги з порогом. Врахування цього дає підставу стверджувати, що для однопродуктних задач стратегія  $(s,S)$  завжди є найкращою. Серед більш складних стратегій доцільно розглядати трьохпараметричні стратегії виду  $(T,s,S)$ , які комбінують особливості періодичних та порогових стратегій.

З огляду на укрупнені структурні елементи задачі управління запасами було зроблено висновок, що математичну модель процесу «доставка – реалізація» для швидкопсувних продуктів доцільно розробляти для одного виду товару або групи товарів зі спорідненими властивостями.

На відміну від традиційних систем управління запасами для звичайної продукції, головною особливістю систем управління запасами, які втрачаються, старіють або псуються, є врахування не лише кількості наявних запасів, але й їх віку. При цьому необхідно розрізняти процеси зміни придатності та корисності запасу. Під втрачанням запасів розуміють втрату певної їх частки протягом кожного планового періоду. При цьому потрібно зважати на складність процесу: в певні періоди часу можливо спостерігати втрату запасу, а в інші – її не буде. Старіння відбувається тоді, коли продукт витісняється своєю новою кращою версією. При цьому продукт сам по собі не змінюється. Змінюється лише зовнішнє середовище, і внаслідок цих змін корисність продукту знижується. У деяких випадках корисність спадає до нуля, і непродана продукція утилізується або списується. Проте, дуже часто зустрічається, що корисність продукту не досягає нульового значення. Зниження корисності може привести до спадання попиту або (та) зменшення ціни. З погляду моделювання, неможливо передбачити наперед момент часу, коли продукт стає застарілим. Звідси, старіння характеризується невизначеністю у корисному терміні придатності продукту. Продуктом з обмеженим терміном придатності є такий, що має постійну корисність до дати закінчення свого терміну придатності (яка може бути відомою або невизначеною), в момент досягнення якої вона прирівнюється до нуля. До таких продуктів можна віднести багато видів харчових продуктів та фармацевтичних препаратів.

Результати досліджень [56] свідчать, що будь-яка одноперіодна модель ігнорує ефекти прострочення. Тому має пройти принаймні  $m$  періодів у динамічній програмі, перед тим, як збитки, пов'язані із простроченням продукції через перевищення розміру її замовлення, відображатимуться у оптимальній стратегії замовлення. Основною перешкодою в розрахунках багатоперіодної

моделі є розмірність задачі. Так як розмірність змінної стану пропорційна строку придатності запасів у періодах, розрахунок оптимальної стратегії є можливим лише на відносно невеликі строки придатності. При цьому встановлено, що оптимальний розмір замовлення зменшується зі збільшенням початкового рівня запасів та є чуттєвим до рівня початкових запасів різного віку.

Ретельний аналіз стратегій управління швидкопсувними запасами, виконаний С. Наміасом [56], вказує на те, що факторами, які визначають оптимальну стратегію, є безпосередньо процес зміни стану запасу, прийняті обмеження та припущення. Аналіз обмежень моделей свідчить, що вони суттєво впливають на формулювання математичної задачі та результати рішення. Дослідники відмічають, що складність визначення оптимальних параметрів значно зростає із введенням кожного нового обмеження. Тому доцільно спочатку вирішити задачу без обмежень. Потім отримане рішення перевіряти на суттєвість кожного обмеження. Обмеження рекомендують вводити у модель у порядку спадання відносної вагомості кожного.

З огляду на результати виконаного аналізу, математичну модель процесу «доставка – реалізація» зі зміною придатності та корисності продукції доцільно розробляти на основі однопродуктної багатоперіодної динамічної системи постачання із заміною традиційного критерію ефективності системи – мінімізації витрати на виконання замовлення та зберігання запасу – на інший, який враховує ефективність діяльності реалізатора продукції. Розробку математичної моделі процесу необхідно починати зі статистичного та логічного дослідження всіх структурних елементів задачі управління запасами стосовно одного товару або товарної групи зі спорідненими властивостями.

### 1.3 Постановка проблеми і завдань дослідження

Баштанні культури відносяться до продуктів, що з плином часу безперервно втрачають свої споживчі якості, через що постає декілька специфічних проблемних аспектів здійснення їх реалізації. Це, зокрема, необхідність чіткого

визначення обсягу відправки, орієнтованого на поточний попит на ринку, забезпечення раціональної транспортно-технологічної схеми перевезень та зберігання даної продукції, встановлення періодичності відправок товару. Одним з можливих шляхів вирішення цієї проблеми є організація перевезень та збути продукції на засадах логістики. Завадою у такому вирішенні проблеми є відсутність відповідного методичного забезпечення, розробка якого потребує виконання наукових досліджень.

У ланцюзі постачань «виробництво – транспортування – реалізація» баштанних культур найбільш дослідженою є виробнича ланка. Втрати врожаю спостерігаються на етапах збору, перевезень, зберігання і реалізації плодів. Тому доцільно вивчати процес не в цілому, а зосередити увагу на проблемних ланках ланцюга постачання та їх взаємних зв'язках. Якщо операції збору, підготовки, зберігання і перевезення продукції включити до терміну «доставка продукції», то розгляду потребуватиме процес «доставка – реалізація» баштанних культур. Перевезення цієї продукції здійснюється переважно автомобільним транспортом. Тому потребує розгляду проблема визначення областей застосування відомих автотранспортних технологій перевезення продукції баштанництва з урахуванням задіяної системи постачання. З урахуванням висновку про доцільність розгляду на початку наукового дослідження однопродуктної системи постачання (підрозділ 1.2) у подальшому було сконцентровано увагу на процесі доставки та реалізації кавунів.

Аналізом літературних джерел установлено відсутність методичного забезпечення управління процесом «доставка – реалізація» для задоволення попиту на швидкопсувні сільськогосподарські продукти, що створює певні труднощі у реалізації державної програми розвитку українського села. Тому для розробки методичних рекомендацій щодо управління процесом «доставка – реалізація» баштанних культур та заходів підвищення його ефективності виникає необхідність визначення напрямів досліджень щодо створення теоретичних основ і практичних методів організації транспортного та складського забезпечення, а також вибору стратегій управління на етапах постачання і реалізації продукції.

Тому метою дослідження є підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур шляхом вибору раціональних параметрів управління поставками та транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз впливу методів управління поставками і організації перевезень на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур;
- встановити закономірності зміни значень параметрів псування плодів баштанництва, вартості та тривалості виконання технологічних операцій у межах процесу «доставка – реалізація» баштанних культур, взаємозв'язку між ціною баштанних продуктів і споживчим попитом на них;
- розробити математичну модель процесу «доставка – реалізація» баштанних культур з урахуванням нестационарності ціни і попиту на продукцію;
- розробити критерій оптимізації і дослідити варіювання обсягу партії поставки, стохастичності попиту на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур;
- розробити методику визначення раціонального розміру партії поставки продукції баштанництва.

Мета і завдання дослідження однозначно визначають об'єкт дослідження – процес «доставка – реалізація» баштанних культур, складовими якого є операції з виконання вантажних робіт, перевезення, зберігання і продажу продукції, та предмет дослідження – закономірності впливу параметрів управління на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.

Аналіз сучасного стану управління поставками і запасами швидкопсувних товарів передбачає: встановлення проблем розвитку логістики в Україні; оцінку методичного забезпечення перевезень швидкопсувних вантажів і аналіз моделей та систем управління запасами. Ці дослідження виконуються кабінетним методом на основі моніторингу наявних статистичних, економічних та інших даних, аналізу публікацій у пресі та фаховій літературі, Інтернет-джерел тощо.

Процес «доставка – реалізація» баштанних культур передбачає встановлення географії, обсягів перевезень та структури технологічних процесів

ланцюгів постачання, що виконуються на основі методу системного аналізу. Основою для встановлення параметрів процесу є інформаційна база дослідження, що включає: друковані та електронні, ділові та спеціалізовані видання; дисертації, ресурси мережі Інтернет; аналітичні оглядові статті у пресі; результати досліджень маркетингових і консалтингових агентств; експертні оцінки; матеріали галузевих установ і бази даних. На основі методик [40, 44 – 46] виконують аналіз транспортно-технологічних схем автомобільних вантажних перевезень.

Дослідження взаємного зв'язку попиту та вартості продукції, а також процесу реалізації продукції виконують на основі натурних спостережень та статистичної звітності методами математичної статистики. Одержані закономірності з урахуванням результатів інших авторів та перевірені на практиці моделей окремих параметрів складають підґрунтя для розробки моделей зберігання, перевезення і реалізації баштанних культур, що виконується з використанням методів дослідження операцій. Об'єднання цих моделей у єдиний функціонал, що визначає ефективність процесу, завершує розробку моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур. Програмна реалізація цього процесу дозволяє дослідити вплив його складових на результати функціонування ланцюга постачання, оцінити вплив стохастичності попиту на ефективність процесу, встановити оптимальні параметри управління в будь-який момент подання замовлення на поставку партії товару.

На основі встановлення основних факторів, що визначають оптимальні параметри управління процесом, пропонується наближене рішення задачі, прийнятне для інженерних розрахунків. На цій основі розробляють методику вибору раціональних параметрів управління поставками. Отримані результати і запропоновані моделі окремих процесів є підґрунтям для розробки рекомендацій та методик стосовно підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур. Запропонована структурна схема виконання дослідження наведена на рис. 1.6.

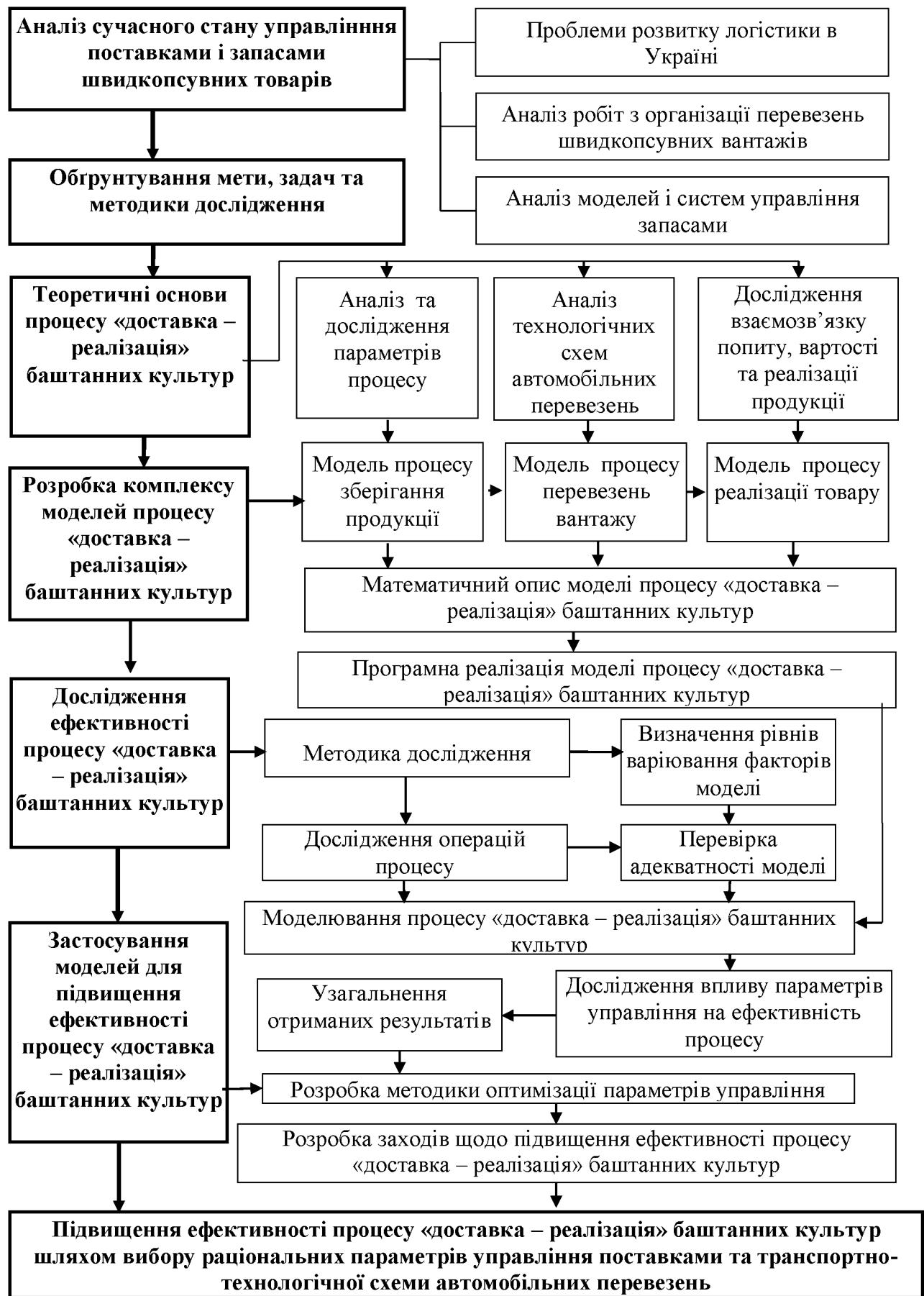


Рисунок 1.6 – Структурна схема виконання дослідження

## 1.4 Висновки до розділу 1

1. Баштанне виробництво є перспективним напрямом розвитку аграрного сектору України. Перепоною для забезпечення його експортного і внутрішнього потенціалу є недостатній рівень наявного логістичного середовища. Розробка методичного забезпечення управління процесом «доставка – реалізація» баштанних культур дозволить підвищити ефективність господарської діяльності та потребує подальших наукових досліджень.

2. Встановлено, що проблемними аспектами процесу «доставка – реалізація» баштанних культур є неантагоністичні протиріччя між його учасниками, властивість продукції до псування, непостійність параметрів реалізації товару. Підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур можливо досягти за рахунок комплексного вирішення задач раціонального управління поставками і вибору транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень.

3. Встановлено, що напрями використання врожаю, закономірності споживання та особливості транспортування продукції баштанництва не знайшли належного висвітлення у фаховій літературі, що пояснює відсутність обґрунтованих рекомендацій для вибору транспортно-технологічних схем автомобільних перевезень.

4. На основі аналізу моделей та систем управління запасами запропонована їх класифікація за укрупненими структурними елементами задачі, що дозволило виконати порівняльний аналіз та визначити перспективну структуру моделі постачання та управління швидкопсувними товарами.

5. Встановлено, що математичну модель процесу «доставка – реалізація» зі зміною придатності та корисності продукції доцільно розробляти на основі однопродуктної багатоперіодної динамічної системи постачання зі заміною традиційного критерію ефективності системи – мінімізації витрат на виконання замовлення та зберігання запасів – на інший, який враховує ефективність діяльності реалізатора продукції.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОNUВАННЯ ПРОЦЕСУ «ДОСТАВКА – РЕАЛІЗАЦІЯ» БАШТАННИХ КУЛЬТУР

#### 2.1 Аналіз процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

Продукція рослинництва відноситься до групи товарів, що швидко псуються. Для більшості свіжої продукції рослинництва максимальна якість і цінність продукту значною мірою визначається заходами, прийнятими на ранніх стадіях процесу, – виробництвом насіння, умовами зростання, способами вирощування і методами збирання. Цінність продукту починає зменшуватися відразу ж після збору. Тому задача управління процесом «доставка – реалізація» полягає у контролі та протидії втратам у цінності продукту від поля до споживача.

Технологія вирощування та якість плодів баштанництва в Україні регламентується відповідними державними стандартами [60 – 62]. У межах країн СНД діють також ГОСТ 7177-80 та ГОСТ 7178-85 [63, 64], а у світовому баштанництві основою для контролю за якістю і збутом плодів є стандарти Європейської Економічної Комісії ООН FFV-37 і FFV-23, які передбачають дотримування мінімальних вимог під час виконання операцій збирання, сортування і пакування [65, 66]. Ці стандарти адаптовані до українського законодавства під назвою ДСТУ ЄСК ООН FFV-37:2007 (Кавуни. Настанови щодо постачання і контролювання якості) та ДСТУ ЄСК ООН FFV-23:2007 (Дині. Настанови щодо постачання і контролювання якості).

Вирощування сільськогосподарської продукції є окремою складною науково-практичною проблемою, яка передбачає використання специфічних методів рішення. Тому сконцентруємо увагу на техніко-технологічних аспектах переміщення баштанних культур від поля до споживача.

Особливістю баштанництва є те, що 70 % продукції надходить з поля протягом 2 – 3 місяців. Об’єм продукції в цей період в 5 – 6 разів перевищує

фізіологічну норму споживання людиною. Тому перед збиранням врожаю необхідно провести вибірку плодів на визначення спілості, оцінити кількість врожаю і частку продукції, що придатна для закладки на зберігання. При цьому, для уникнення штрафних санкцій закладають на 20% більше тоннажу, ніж передбачається за договорами купівлі-продажу [67].

Дозрівання плодів різних сортів кавуна і дині в основних зонах товарного баштанництва починається в липні і триває до пізньої осені, для кормового кавуна – у вересні. Кавуни та дині збирають з баштану декількома вибірками у міру дозрівання плодів. Останній суцільний збір проводять перед заморозками. Спілість плодів кавуна визначається за плодоніжкою, яка має бути всохлою, але не ламкою. Дині відбирають тільки ті, у яких плодоніжка не відстae від плоду. Плоди зривають з плодоніжками у другу половину сонячного дня для того, щоб плоди були сухими. Так вони менше тріскаються при навантаженні та транспортуванні і не вимагають післязбирального просушування. За вологої погоди плоди варто збирати у невеликі купки за напрямком руху транспортного засобу та залишати їх на полі протягом 3 – 4 днів до висихання.

Урожай баштанних культур реалізується, як правило, відразу ж після дозрівання плодів. Частину продукції виробникам не вдається реалізовувати у період збирання врожаю, тому вони змушені її зберігати до підвищення на неї цін. На зберігання відбираються тільки зрілі плоди кавуна і дині, що є типовими для даного сорту, не ушкоджені хворобами, шкідниками і без механічних ушкоджень.

Плоди баштанних культур збирають переважно ручним способом. При середньому врожаї 200 ц з 1 га, на збирання витрачається 30 – 35 людино-днів, що становить близько 40 – 50 % усіх фінансових витрат [68]. Для полегшення праці збирачів плодів застосовують допоміжні засоби – носилки, транспортери, платформи і візки. Вони підвищують продуктивність праці, але частково механізують тільки одну операцію – внесення плодів з поля. Для суцільного одноразового збирання баштанних культур можливе використання спеціалізованого машинного комплексу.

Перед початком збору плодів проводять інструктаж з робітниками,

показують типові плоди, що підлягають збору, та інформують про умови збирання, навантаження і транспортування. Робітників забезпечують рукавицями для уникнення ушкоджень рук та очищення плодів від ґрунту. При зборі плодів для реалізації населенню механізоване скочування у валки не допускається, навіть досвідченим механізаторам при дуже малій швидкості руху, через велику кількість механічних ушкоджень і пошкрябень плодів.

Зібрани плоди, в залежності від подальшого використання, завантажують безпосередньо у транспортні засоби, засоби укрупнення вантажних місць або складають у бурти, перекладаючи соломою. При завантаженні транспортного засобу, що на малій швидкості рухається човниковим способом по баштану, робітники розташовуються підковою поперед нього та виконують операції збору, сортування і завантаження плодів.

При навантаженні плоди кавуна перекидають не більше трьох разів і укладають не вище п'яти ярусів, плоди дині – не вище 2 ярусів, гарбузи вантажать у кузов без обмеження. Кузов транспортного засобу повинен бути вистелений очеретяними матами, шаром соломи не менш, ніж 30 см або тирси – 20 см. Завантажений транспортний засіб відправляють або до закладу торгівлі, або до сховища. При перевезенні необхідно не допускати механічних ушкоджень плодів, що знижують їх лежкість .

Для збирання врожаю у засоби укрупнення вантажних місць, зокрема – у контейнери, їх розставляють на полі через емпірично встановлену відстань, завантажують вручну ланцюговим способом. Після заповнення контейнерів їх завантажують у кузов транспортного засобу механізованим способом, а у сховищах встановлюють у штабелі. Цей спосіб збирання, транспортування і зберігання вимагає значних витрат на закупівлю (виготовлення) контейнерів, їх зберігання і ремонт, але дозволяє значно підвищити рівень механізації робіт з навантаження і розвантаження, зменшити втрати плодів при транспортуванні і у місцях призначення.

У врожайні роки ціни на баштанні культури падають настільки, що понесені витрати на їх вирощування не окупаються в процесі реалізації. У такій ситуації

доцільно закладати плоди на тимчасове зберігання для реалізації їх після підвищення ринкової ціни. Тимчасове зберігання кавунів і динь протягом календарного місяця можна організувати у вільних приміщеннях або у стозі соломи, тирсі, комірному зерні, силосних ямах, земляних траншеях. Місця складування плодів вибирають на сухих, незатоплюваних територіях та забезпечують захист від дощів, улаштуванням даху зі щитів з ухилом до країв і водовідведенням води убік від сховищ.

Призначенні для зберігання кавуни забирають у першій стадії знімної зрілості, оскільки повністю доспілі плоди мають низьку лежкість (у процесі зберігання в них розм'якшуються тканини). Недоспілі кавуни також непридатні для тривалого зберігання, тому що не мають здатності дозрівати після збирання.

При поміщенні до сховищ кавуни укладають на підстилку тим боком, на якому плід лежав у полі, перестилаючи кожний шар кавунів соломою у 15 – 20 см або очеретяними матами до 5 шарів. Дині зберігають в 1 – 2 шари на стелажах або у сітках у підвішеному стані. Заповнення сховища плодами здійснюють поступово (для кращого охолодження) при постійному провітрюванні вночі (для охолодження) і у другій половині дня (для просушки і видалення конденсату).

Плодам баштанних культур притаманний ефект дихання. Чим вище температура навколошнього середовища, тим вище інтенсивність дихання плодів. У процесі дихання відбуваються складні біохімічні реакції розкладу органічної речовини плодів на вуглекислий газ і воду. Якщо вуглекислий газ є бажаним компонентом газового середовища сховища, то наявність конденсату є вкрай недопустимою. Підвищення вологості викликає розвиток прихованіх захворювань, збудники яких інтенсивно розмножуються в краплинах конденсату. Тому у пристосованих сховищах зниження температури досягають провітрюванням приміщення у нічний час. Цей процес дуже складно піддається управлінню, оскільки залежить від погодних умов, тому є бажаним застосування промислових вентиляторів для створення протягів. При цьому один раз на тиждень варто робити огляд плодів та їх вибірку в різних місцях сховища з наступною дегустацією для контролю смакових якостей. При таких тимчасових

умовах зберігання ризик псування продукції зростає, але протягом місяця цілком можливо зберігати врожай у товарному виді без особливих зусиль і витрат.

Крім короткочасного, можлива організація довготривалого зберігання, яка дозволяє збільшити період споживання свіжих плодів на 2 – 3 місяці.

Для тривалого зберігання кавуни поміщують у спеціальні плодо- та овочесховища або інші утеплені приміщення, у яких підтримується необхідний температурний режим і вологість повітря. У сховищах використовують стелажі з підстилками із соломи, полови, сухого торфу, тирси, сухого піску або ящики, дно і стінки яких застелені матами або соломою. Стелажі встановлюють у 3 – 4 яруси на відстані 40 – 50 см один від одного, а ящики укладають штабелями у 4 – 5 ярусів. Плоди для довготривалого зберігання укладають в один шар. Вони не повинні торкатися один одного. Крім того, плоди можна зберігати в сухих овочесховищах у підвішеному стані у сітках. Обов'язковою умовою для зберігання плодів є відсутність на їх корі механічних ушкоджень. Сховища обладнують вентиляційною системою, а при необхідності – обігрівом.

Температура зберігання нижче 4 °C викликає переохолодження плодів, у результаті чого їх м'якоть темніє і покривається слизом. При температурі вище 10 °C кавуни швидко втрачають поживні речовини та уражуються небезпечними хворобами. Тому оптимальна температура зберігання кавунів становить 6 – 8 °C [68]. У більш ранніх джерела [69, 70] оптимальною вважалась температура 2 – 4 °C. Відносна вологість повітря в приміщенні повинна становити 80 – 85%. За іншої вологості повітря, поверхня плодів покривається плямами, а м'якоть здобуває гіркуватий присmak. При зазначеных умовах товарний вид і смакові якості кавунів зберігаються до 3 місяців (при температурі 2 – 4 °C кавуни зберігаються не більше місяця, при 4 – 6 °C – не більше двох, а при температурі 0 – 2 °C – тільки 2 тижня). В умовах підвищеної температури (10 – 14 °C) плоди дуже швидко втрачають корисні речовини і масу, наступає їх старіння [68].

Зберігати плоди дині рекомендовано при температурі 2 – 4 °C і відносній вологості 70 – 80% [68 – 71]. У неохолоджених сховищах плоди ранньостиглих сортів динь зберігаються протягом 7 – 14 діб, за температури  $5 \pm 1$  °C – 15 – 25

діб, середньостиглих – 15 – 25 діб та 25 – 45 діб відповідно. При зберіганні у холодильниках дині дозрівають повільно, майже повністю зберігають забарвлення, консистенцію, аромат протягом 15 – 45 діб [72].

Початок псування закладеної на зберігання продукції баштанних культур викликає незворотний процес, який з плином часу характеризується прогресуючим обсягом відходів. Тому під час зберігання плоди систематично оглядають і продукцію з ознаками повної спілості відбирають для реалізації.

Виконані наукові дослідження свідчать, що збереженість баштанних плодів залежить від ступеня стигlosti, сорту, способу і умов зберігання. В роботі [72] запропоновані прийоми одержання і зберігання ранньої продукції, а також їх вплив на якість плодів. Відмічено, що обробка плодів спеціальними речовинами перед зберіганням забезпечує зменшення втрат продукції на 5 – 9%, а використання прогресивних пакувальних технологій на 4 – 8%. Для подовження тривалості зберігання плодів гарбузових рослин рекомендовано зберігати їх у ящиках, які вистелені і вкриті поліетиленовою плівкою «Харчова» (ГОСТ 1354 – 82), у негерметично зав'язаних поліетиленових пакетах місткістю до 20 кг та у термозбіговій плівці (ГОСТ 25951 – 83) за температури  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Більша частина врожаю баштанних культур потрапляє на підприємства торгівлі, переробки та тваринництва (рис. 2.1) [73]. Такий розподіл автор робіт [73, 74] вважає нераціональним. Він доводить необхідність нарощування обсягу виробництва баштанних культур, а також збільшення майже у п'ять разів частки врожаю, яку використовують у тваринництві та переробній галузі. Найбільша частина врожаю реалізується у торговельних закладах міст України, Росії, Білорусії, країн Прибалтики і Польщі. Характерною особливістю реалізації баштанної продукції є сезонна нерівномірність (рис. 2.2) [75].

Товаровиробники баштанної продукції здійснюють реалізацію на місці її вирощування та частково вивозять самостійно. Збут продукції здійснюється як на обладнаних майданчиках (близько 70%), так і на невпорядкованих ринках, як правило, біля транспортних шляхів, а також – у торговельних закладах.

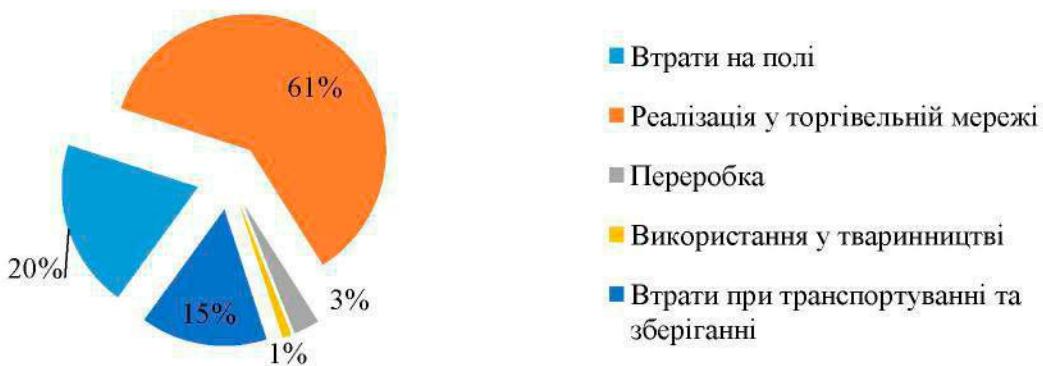


Рисунок 2.1 – Структура розподілу врожаю баштанних культур

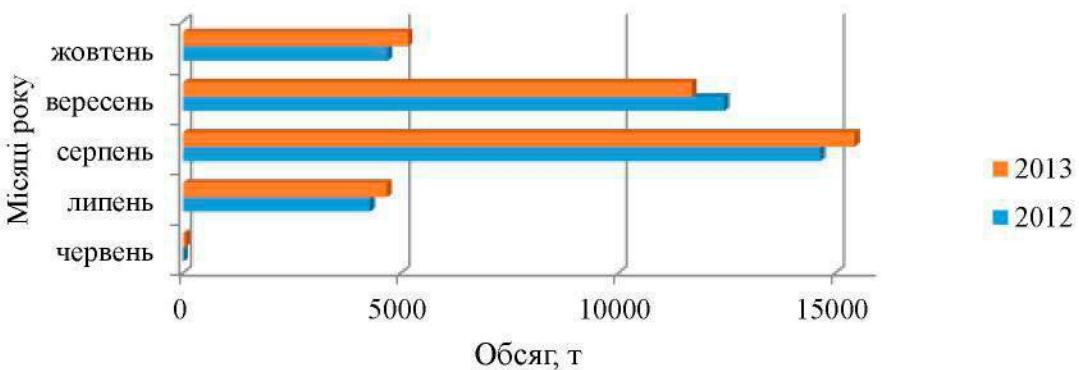


Рисунок 2.2 – Динаміка реалізації врожаю баштанних культур в Україні за 2012 – 2013 роки

Виробники на початку сезону реалізації баштанних продовольчих культур використовують роздрібну форму збути, що пов’язано зі значним попитом на неї та дефіцитом пропозиції. Господарства очікують одержати в цей період максимум прибутку. Поступово, при перенасиченні ринку, виробники використовують оптову форму збути. За результатами дослідження [48], майже 25% від обсягу врожаю реалізують безпосередньо виробники, а весь інший обсяг – посередники.

Дослідженнями Інституту південного овочівництва і баштанництва встановлено, що протягом останнього десятиліття змінюється структура посередників. Так, якщо у 2001 році 92% споживачів купували баштанні на ринку і лише 8% – у закладах роздрібної торгівлі, то у 2010 році на ринках у містах і населених пунктах купували вже 56 % споживачів, а у закладах торгівлі – 38%, на стихійних ринках – лише 6%. Обмеження останніх років у розміщенні місць

продажу баштанних культур сприяють зменшенню кількості посередників і збільшенню впливу великих торгових підприємств. При цьому вони починають диктувати закупівельні ціни виробникам, з яких 80% – приватні господарства. Ці виробники не мають виходу на цивілізовані ринки, не об'єднані та не можуть забезпечити вільне просування товару, тому вимушенні приймати невигідні для себе умови посередників. Виходом із цього положення є створення регіональних логістичних центрів із відповідною інфраструктурою, які б перейняли на себе функції планування, прийому і розподілу врожаю.

Доведено, що створення логістично-збудового комплексу в галузі баштанництва, до складу якого входять заготівельні, транспортні, торгівельні організації, дозволить за допомогою оптимізації маршрутів перевезення продукції та впровадження моніторингу ринкової кон'юнктури забезпечити зниження транспортних витрат і раціональне використання ресурсів галузі [74].

Для транспортування баштанної продукції традиційно розглядають пряме автомобільне сполучення та змішане автомобільно-залізничне або автомобільно-річкове. В Україні перевезення швидкопсувних вантажів регламентується за видами транспорту нормативними актами [76 – 78], а у міжнародному сполученні – відповідною угодою [79].

За часів Радянського Союзу з централізованою системою заготівель було встановлено, що використання автомобільного транспорту для перевезень швидкопсувної продукції доцільне на відстані до 700 км, на більші відстані – ефективнішими є перевезення у змішаному сполученні [80]. При цьому зазначалося, що збільшення кількості перевантажень збільшує втрати вантажу у квадратичній залежності. Відсутність відповідної інфраструктури для забезпечення збору, розподілу і перевезень швидкопсувних вантажів, майже удвічі менші швидкості доставки вантажу у змішаному сполученні, що скорочує термін реалізації продукції, а також незначні відстані перевезень баштанної продукції (в Україні – 400 – 500 км, за її межі – 1100 – 1300 км) дозволяють стверджувати, що для перевезень урожаю баштанних культур доцільно

використовувати автомобільний транспорт. Цьому також сприяє розподіл обсягу разової закупівлі партії кавунів (рис. 2.3) [48].

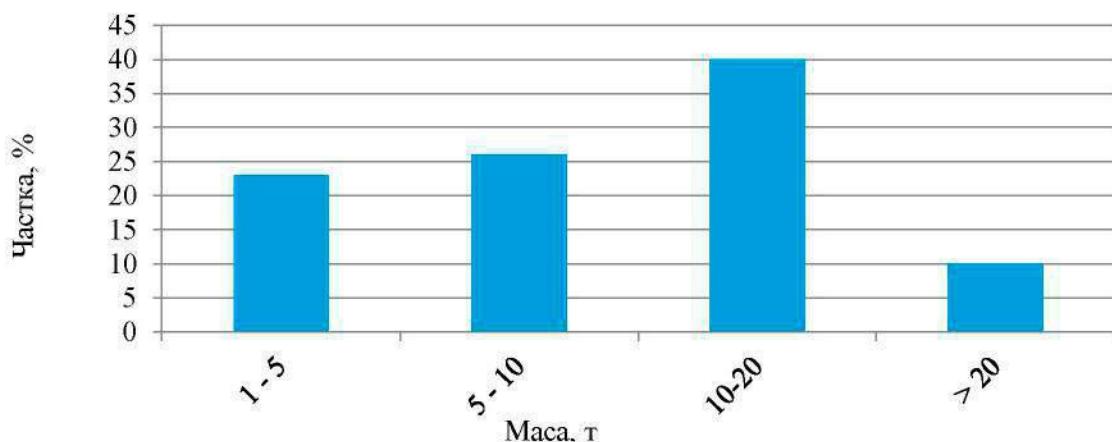


Рисунок 2.3 – Розподіл обсягу разової закупівлі партії кавунів

Одним з важливих етапів процесу «доставка – реалізація» баштанних культур є продаж продукції населенню, який не завжди є прибутковим. Так, 69 % продавців мали випадки збиткової торгівлі. Основними причинами збитку вони відмічають високі закупівельні ціни – 48 %, псування продукції – 19 %, низький попит – 23 %, високий рівень витрат на реалізацію – 5 % [48].

Особливістю реалізації баштанних культур є відносно швидка зміна оптових та роздрібних цін при стохастичному попиті на плоди, який залежить від багатьох неконтрольованих факторів. Тому продавцям необхідно мінімізувати термін між поставкою продукції та її повним розпродажем за прийнятними цінами. При цьому одним із головних критеріїв є одержання максимальної вигоди за одиницю часу. Основними чинниками, що впливають на швидкість реалізації продукції, є розмір партії товару, ціна закупівлі, реалізаційна ціна, асортимент, конкуренція на ринку, конкурентоспроможність продукції, термін зберігання.

Ціну пропозиції при реалізації продукції торговці встановлюють за наступними критеріями: якість продукції – 32 %, ціни конкурентів – 30 %, накладні витрати – 12 %, обсяг партії – 6 %, строк реалізації – 4 % [48].

Покупця найбільше цікавить товарний вигляд плоду. Так, за результатами дослідження Інституту південного овочівництва й баштанництва, встановлено, що

2001 році вага цього параметру серед інших чинників вибору становила 50 % , а у 2010 році – вже 81 %.

На основі виконаного аналізу процесу «доставка – реалізація» баштанних культур визначені основні чинники його ефективності. До них віднесено вартість виконання операцій у процесі, втрати продукції та тривалість процесу. При цьому ці характеристики впливають одна на одну і залежать від дії зовнішніх факторів і дотримання технологічних параметрів процесу, що у практичній діяльності нерідко порушуються.

Отже, у загальному вигляді ланцюг постачання 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 роздрібної торгівлі, передреалізаційне зберігання і реалізацію. Даний ланцюг постачання 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.

## 2.2 Дослідження параметрів процесу

Дослідження параметрів процесу «доставка – реалізація» баштанних культур виконувалось кабінетним методом із вивченням фахових літературних джерел, статистичних даних і публікацій з метою встановлення динаміки параметрів його характеристик. До цих параметрів віднесені: втрати продукції, ціна виконання та тривалість основних технологічних операцій. Процес

складається з операцій збору, перевезення до місця збереження, перевезення до місця торгівлі та безпосередньо реалізації споживачам.

Розглянемо динаміку параметрів процесу за послідовністю виконання логістичних операцій.

Відразу після збору плоди опиняються у несприятливих зовнішніх умовах – висока температура ( $20 - 35^{\circ}\text{C}$ ) і низька відносна вологість повітря (30 – 65%). Вони починають інтенсивно втрачати вологу, живильні, ароматичні та інші речовини, що погіршує їх товарну якість і знижує ціну реалізації. Величина втрат залежить від багатьох факторів, але основними є видові та сортові особливості, параметри навколишнього середовища і тривалість зберігання [59, 63, 81].

Втрату баштанної продукції оцінюють за кількісними та якісними параметрами. За кількісний параметр приймають показник втрати маси плоду. Якісні параметри визначають показники фізико-хімічних характеристик плодів. На основі аналізу результатів досліджень [59, 72] встановлено, що єдиний визнаний показник відсутній, але наукові пошуки в цьому напрямку не припиняються. Результати досліджень стосовно динаміки якісної складової відрізняються між собою. Тому основна увага у дослідженні була сконцентрована на встановлення динаміки втрати маси плодів протягом процесу «доставка – реалізація».

Згідно результатів досліджень [59, 81], відразу після збору відбуваються складні біохімічні процеси у плодах, що супроводжуються підвищеною втратою вологи і відповідно зменшенням маси плоду. Значно зменшити ці втрати проблематично, оскільки збір однієї партії відправлення триває біля чотирьох годин, а процес охолодження до оптимальної температури зберігання коливається у межах від 15 до 25 годин у залежності від розміру плодів, тому що первісне різке зниження температури негативно впливає на результати наступного зберігання. Для запобігання великим втратам вологи у продуктах у процесі термообробки необхідно підтримувати високу вологість повітря.

Після початкового періоду зберігання (протягом 0,5 – 1 діб) темп втрати вологи знижується у 3 – 4 рази. Згідно норм втрат при короткочасному зберіганні

(до 20 діб) на базах, складах різного типу та заготовчих пунктах для охолоджених плодів баштанних культур вони складають 0,3% за кожну добу від загальної маси, а для неохолоджених – влітку природній збиток становить 0,5% [82]. Тому на основі результатів досліджень [59, 72, 81] та нормативних актів [82, 83] втрати баштанних культур від моменту збору до моменту досягнення плодами оптимальних умов зберігання можна оцінити у розмірі 0,6 – 0,7 %. При цьому, перевезення плодів передбачається у межах господарства виробника. При перевезенні партії відправлення у міжміському сполученні з наступним зберіганням втрати плодів зростають на 3 – 5 % [72].

Найбільш тривалим етапом у процесі «доставка – реалізація» є зберігання продукції. Термообробка плодів дозволяє удвічі збільшити їх термін зберігання [72]. Незалежно від способу охолодження спостерігаються різні темпи втрат під час зберігання: найбільші втрати маси спостерігаються на початкових і заключних стадіях зберігання. На проміжному етапі її динаміка виражена слабкіше, – втрати маси зменшуються у 1,5 рази. Темп втрати маси плодів зростає після проходження 50 % максимального терміну зберігання. Крім цього, на результати зберігання продукції суттєво впливають температура, вологість, хімічна обробка та упакування [72].

На основі узагальнення результатів досліджень [69 – 72, 81, 82] була встановлена динаміка втрати маси плодами баштанних культур (рис. 2.4).

Як видно з графіку (рис. 2.4) плоди дині швидше ніж у два рази втрачають вагу у порівнянні із кавунами. При цьому прийнятний термін зберігання кавунів становить 2 – 3 місяці, а динь – удвічі більший [69, 70]. Необхідно зазначити, що є сорти кавунів які витримують зберігання до півроку [70]. Характерна динаміка псування плодів кавуна у овочесховищі наведена на рис. 2.5 [70], а залежність прийнятих товарного виду і смакової якості від температурного режиму на рис. 2.6.

Автор роботи [72] зазначає, що при втраті маси плодів дині більше 15 % подальше зберігання недоцільне, тому розглядає 45 добовий термін як економічно обґрунтований поріг зберігання.

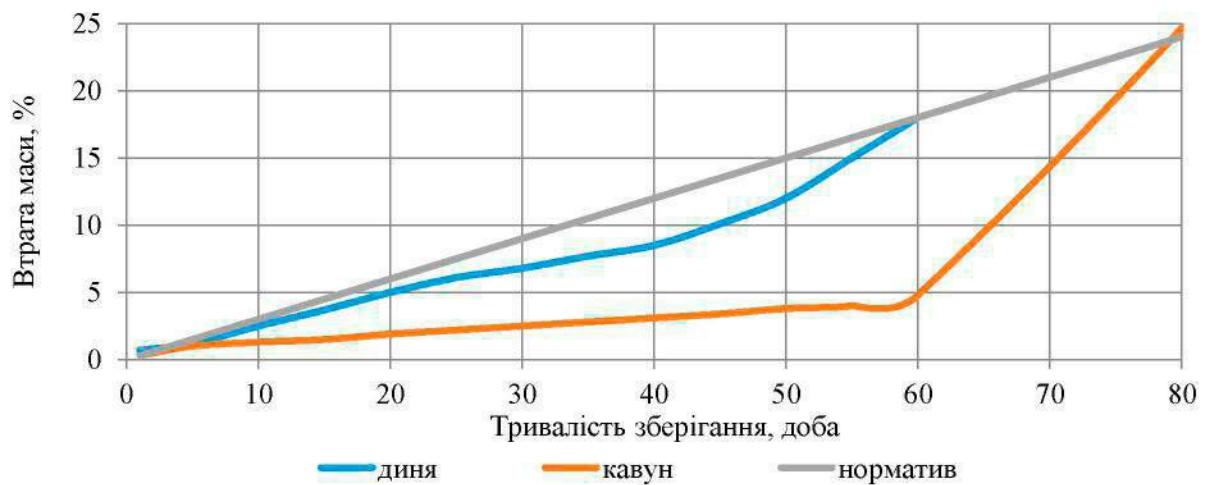


Рисунок 2.4 – Динаміка втрати маси плодами баштанних культур в залежності від терміну зберігання

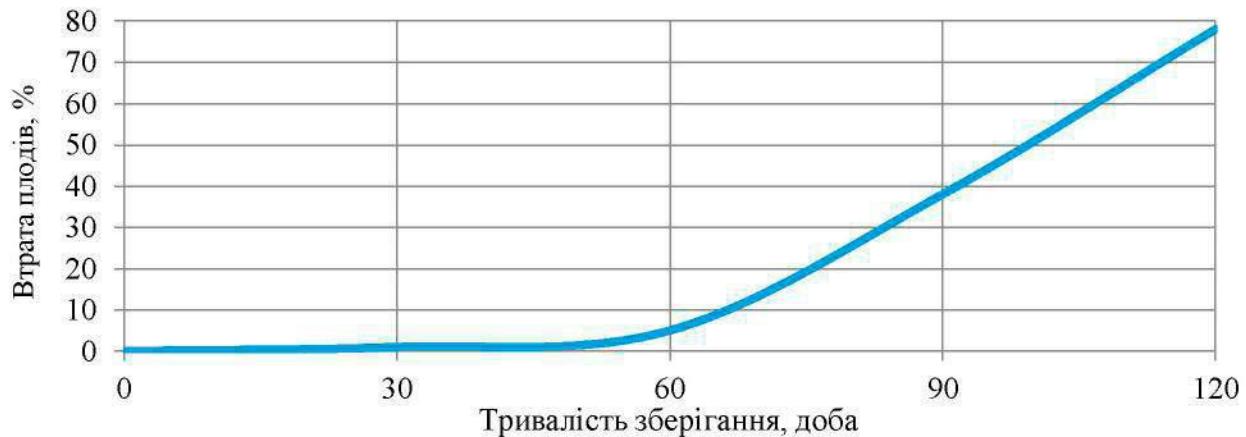


Рисунок 2.5 – Динаміка псування плодів кавуна під час зберігання

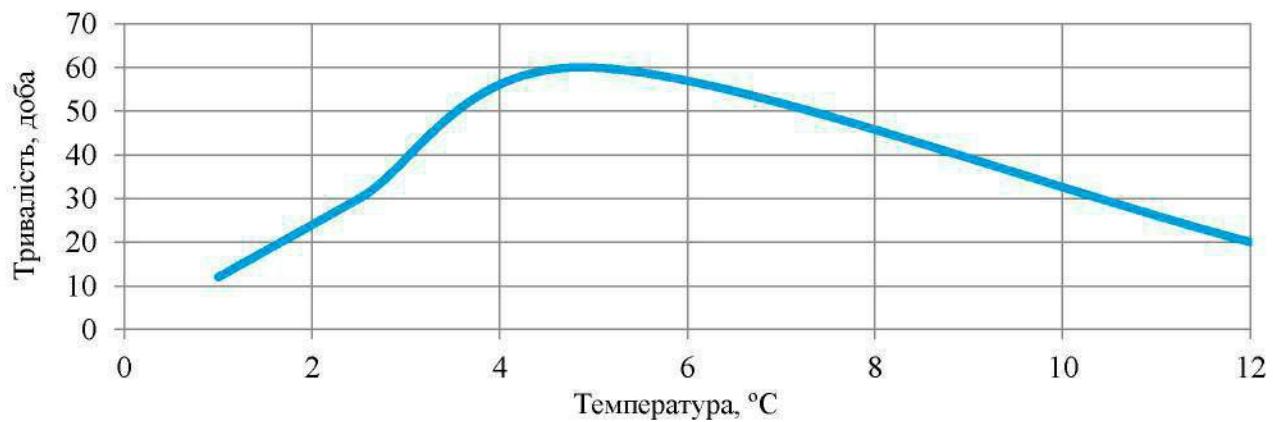


Рисунок 2.6 – Залежність тривалості прийнятних товарних властивостей кавуна від температури зберігання

У дослідженні [59] автор використовує поняття «цінність одиниці продукції» та пропонує оцінювати цінність дині експоненційною функцією з показником степеня, що являє собою добуток тривалості зберігання і коефіцієнта, що, в свою чергу, залежить від температури утримування. При цьому тривалість зберігання практично лінійно впливає на зміну цінності дині, тоді як температура – за експоненційною залежністю. Порівняння результатів робіт [59, 72] дозволило встановити співпадіння щодо динаміки втрат продукції. Різниця полягає в тому, що для оцінки процесу зберігання один автор використовує по суті поняття втрати маси плодом, а інший – залишкової маси плоду. Дані дослідження доповнюють одне одного та надають теоретичне підґрунтя для побудови моделі процесу збереження баштанних культур, однак різняться в оцінці тривалості процесу.

Інший вид втрат пов’язаний з перевезенням урожаю. Ці втрати можуть бути значними в результаті впливу на плоди поштовхів і вібрацій під час руху транспорту, посилення тепловіддачі плодів у повітряному потоці, впливу сонячної радіації та інших чинників. Тому, втрати за одинаковий час у нестационарних умовах вищі, ніж при зберіганні в охолоджуваних або навіть у не охолоджуваних приміщеннях. Втрати маси залежать від технології перевезень, температурного режиму, упакування та виду рухомого складу. Нормативи втрат вантажів встановлюють: на автомобільному транспорті – від відстані перевезень, засобів укрупнення вантажних місць, спеціалізації кузову, виду вантажу; на залізничному транспорті – від спеціалізації вагону, тривалості перевезень, виду вантажу; на водних видах транспорту – від тривалості перевезень, виду вантажу [83]. При цьому, автори роботи [81] відмічають, що підвищена втрата маси при перевезеннях спостерігається на початковій стадії руху. Необхідно зазначити, що перевезення плодів баштанних культур із використанням залізничного та водних видів транспорту неможливі без використання автомобільного транспорту на початковій та кінцевій ланках транспортного процесу, що збільшує величину втрат вантажу на 0,2 %.

З огляду на географію перевезень урожаю баштанних культур України втрати ваги можливо оцінити у розмірі 0,9 – 2,0 % в залежності від відстані доставки та виду сполучення.

Якщо при транспортуванні втрачається певна кількість плодів, то на етапі продажу ці втрати зростають у рази. Зокрема, автори [47, 48, 81] вказують, що втрата маси при продажі овочів споживачам становить 17 – 26 %. При цьому втрати при короткочасному передреалізаційному зберіганні на підприємствах торгівлі порівняно невеликі – для баштанних плодів вони не перевищують 0,5 %. Більш високі втрати спостерігаються при проведенні роздрібної торгівлі у несприятливих для продуктів умовах навколошнього середовища. Зокрема, для динь вони можуть бути досить значними (рис.2.7) [81].

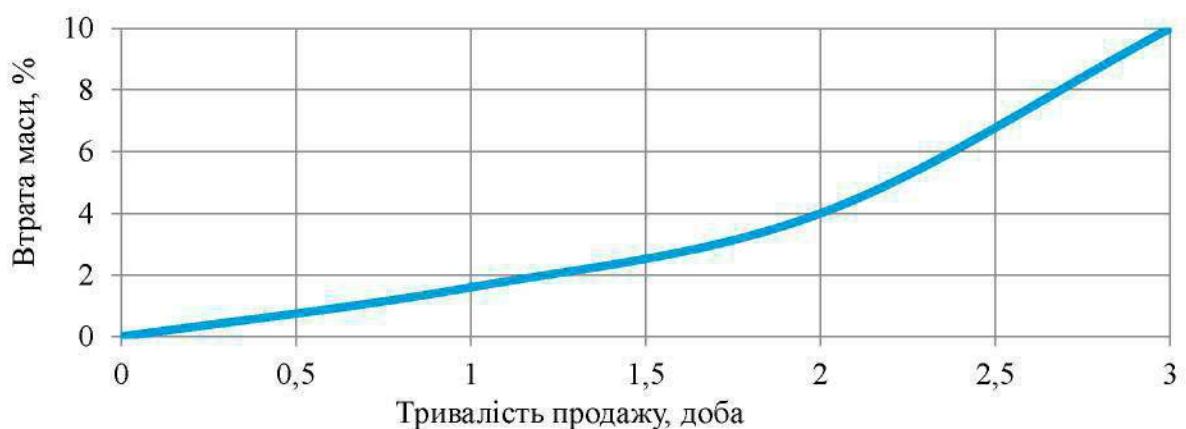


Рисунок 2.7 – Динаміка втрати маси динь у процесі роздрібної торгівлі

Отже, в логістичних умовах України втрата маси плодів баштанних культур протягом основних етапів процесу «доставка – реалізація» складає:

- збирання із транспортуванням до сховища: 0,7 – 0,8 %;
- зберігання: до 10 % при економічно доцільному терміні зберігання;
- транспортування: 0,9 – 2,0 %;
- передреалізаційне зберігання: до 0,5 %;
- реалізація: до 20 %.

Важливою характеристикою будь-якого процесу є тривалість виконання технологічних операцій. Аналіз географії перевезень та методів роботи, що застосовують у практичній діяльності, дозволив встановити наступну тривалість етапів процесу (рис. 2.8):

- збирання із транспортуванням до сховища: 0,5 – 1 діб;
- зберігання: охолоджені плоди до 45 діб, неохолоджені до 25 діб;
- транспортування: 0,5 – 2 діб;
- реалізація: біля 3 діб.

Однією із основних характеристик процесу є структура роздрібної ціни продукції. На основі результатів публікації робіт [48, 84] була встановлена структура роздрібної ціни кавунів у 2012 році: собівартість виробництва – 20 %, прибуток виробника – 30 %, транспортні витрати – 7 %, інші витрати у ланцюзі постачання – 10 %, прибуток продавця продукції – 33 %. При цьому собівартість вирощування кавуна оцінювалась у розмірі 0,45 – 0,60 грн/кг, ціна збути на полі була – 1,20 – 1,50 грн/кг, а ціна реалізації у м. Києві – 1,40 – 1,70 грн/кг, щіна з накладними видатками – 1,70 – 2,00 грн/кг, а ціна в роздрібній торгівлі 2,50 – 3,00 грн/кг.

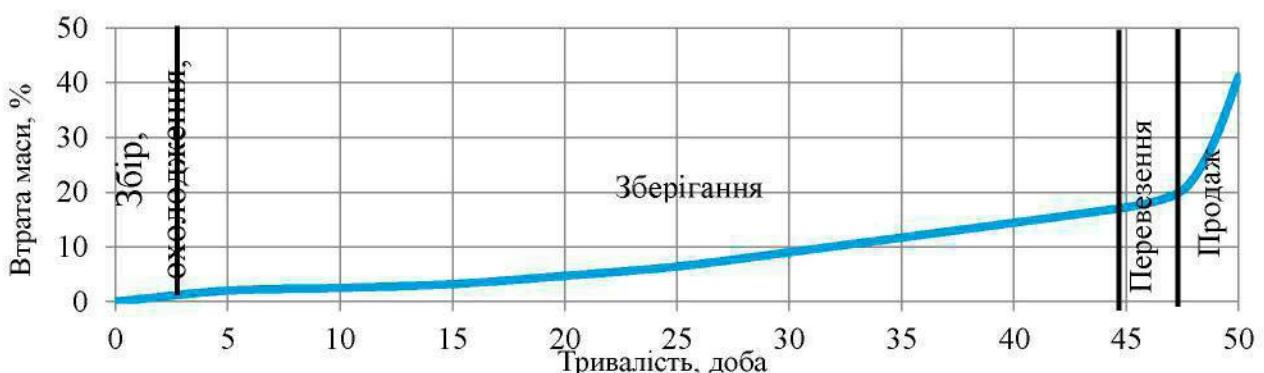


Рисунок 2.8 – Втрата маси кавунів та тривалість технологічних операцій від збирання до реалізації продукції

Отже, встановлені значення параметрів процесу «доставка – реалізація» баштанних культур є підґрунтам для його об'єктивного моделювання з метою пошуку заходів підвищення ефективності.

## 2.3 Аналіз транспортно-технологічних схем автомобільних перевезень

Задачі прикладного застосування транспортно-технологічних схем автомобільних перевезень для організації доставки швидкопсувних продуктів від місць виробництва до закладів кінцевого споживання представлені у роботах багатьох авторів [40 – 46, 80]. Однак варто зазначити, що проблемі встановлення раціонального компромісу між тривалістю перевезення, схоронністю вантажу і вартістю перевезення у контексті ринкового середовища не приділялося достатньо уваги. Це обумовлює необхідність додаткового розгляду технологічних аспектів перевезення швидкопсувної продукції.

Баштанні культури як товарна продукція має певні особливості, що визначають транспортно-технологічні схеми її перевезення:

- баштанна продукція не витримує багато навантажувально-розвантажувальних робіт, тому основним видом транспорту, що використовується для її перевезення, є автомобільний;
- у своїй більшості баштанні культури є вантажами другого класу, тобто такими, що не дозволяють повністю використовувати вантажопідйомність автотранспортного засобу;
- продукція не підлягає тривалому зберіганню та може потребувати спеціального температурного режиму;
- товар із плином часу втрачає смакові якості та масу.

Втрати баштанних продуктів при перевезенні залежать від транспортно-технологічної схеми і виду рухомого складу. Зокрема використання контейнерів для перевезення кавунів дозволяє скоротити втрати, у середньому, на 0,2 %. При цьому втрати кавунів при перевезенні на відстань до 600 км практично не залежать від рухомого складу, що використовується. Зі збільшенням відстані перевезень ефективність спеціалізованого рухомого складу зростає [83]. Зокрема, якщо різниця природного збитку вантажу від перевезення звичайними і спеціалізованими транспортними засобами при перевезенні на 600 км складає 0,5%, то на 2000 км вона збільшується до 1% (рис. 2.9).

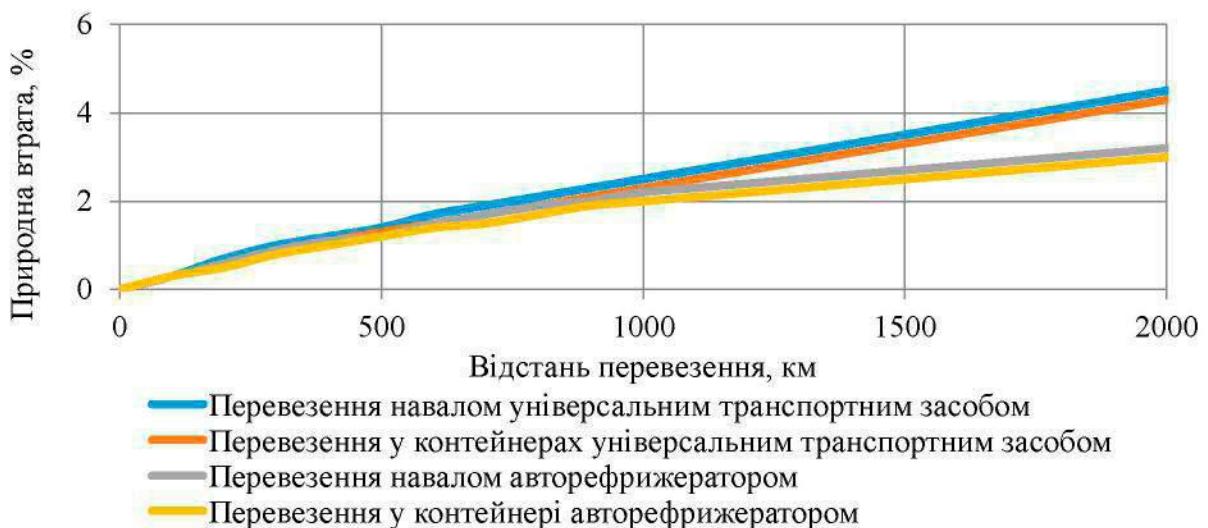


Рисунок 2.9 – Норми природних втрат кавунів у залежності від типу транспортного засобу та відстані перевезень

Аналогічні закономірності зміни природного збитку в залежності від умов перевезень притаманні транспортуванню динь, які більш чутливі ніж кавуни до технологій транспортування (рис.2.10).



Рисунок 2.10 – Норми природних втрат кавунів та динь при перевезенні у контейнерах універсальним транспортним засобом

Згідно нормативно-правового акту [83] найбільші збитки вантажу спостерігають у перші 10 км руху: кавуни – 0,1%, дині – 0,2%. Підвищені втрати вантажу зберігаються при перевезенні на відстань до 300 км. При цьому вважають, що продукцію завантажують при оптимальній для неї температурі зберігання. На практиці ця умова часто порушується [80], що викликає

надлишкові втрати вантажу. У цьому випадку, згідно досліджень [59, 72, 81], втрати зростають у декілька разів. Ці результати підтверджують виконані заміри мас партій баштанної продукції протягом нетривалого часу зберігання у ненормативних умовах (рис. 2.11).

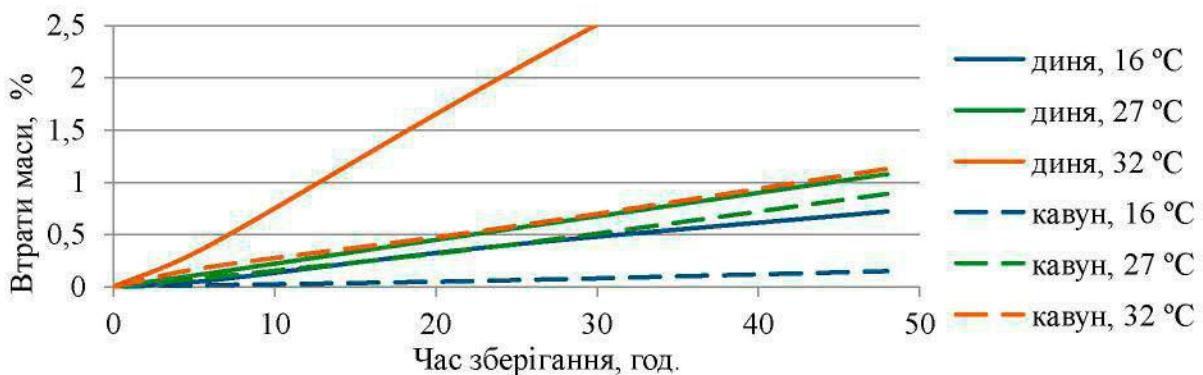


Рисунок 2.11 – Природні втрати кавунів та динь при зберіганні за різної температури та вологості

Для дослідження партія товару за температури 25 °C була розподілена на три частини. Кожна частина зберігалася за певної температури і вологості. Результати спостереження не підтвердили висновок роботи [81] про підвищену втрату маси плодами під час охолодження. Вологість повітря для динь, що зберігались за температур 27 °C і 32 °C, становила біля 70 %, а для охолоджених динь – тільки біля 30 %. Для зберігання кавунів була забезпечена вологість повітря біля 70 %. Похибка вагів, які використовували – 1 г.

У роботах [59, 72, 81] відмічено, що на величину втрат продукції, окрім температури, значний вплив мають вологість та склад газового середовища у місці зберігання. Однак відсутність належної інфраструктури на дорожній мережі не дозволяє підтримувати оптимальні параметри газового середовища.

При виборі транспортно-технологічних схем перевезення баштанної продукції, головну увагу слід приділяти безпосередньо умовам, що необхідні для перевезення кожного конкретного виду і умов його укладання. Зокрема при навалочній схемі існують обмеження щодо кількості рядів складання плодів, їх відстані один від одного, їх різниці у масі та розмірах тощо. Контейнерна схема

надає змогу уникнути цих обмежень за рахунок поміщення до контейнера однорідних продуктів і складання контейнерів рядами. Однак при цьому вирішальне значення має кількість їх та місткість. Зокрема бажано використовувати найменше контейнерів із найбільшою місткістю, проте при цьому виникають перешкоди, пов'язані з масово-габаритними характеристиками вантажу та обмеженнями у кількості одиниць продукту, що вміщується в одному контейнері. Це призводить до того, що завантажена у контейнері продукція не використовує його вантажопідйомності повною мірою.

Крім того, контейнер сам по собі за рахунок власної маси та невикористаного об'єму значно обмежує обсяг продукції, що може бути перевезеною, знижуючи ступінь використання вантажопідйомності автомобіля відносно вантажу. Так, в середньому, при використанні контейнерів завантажується близько 75 % від продукції, яку можливо перевозити навалом. Використання контейнерів передбачає створення власного парку контейнерів або його оренду, що значно підвищує вартість перевезень та породжує проблему зворотної доставки тари. Тому застосування дерев'яних і металевих контейнерів знаходить обмежене використання. Однак, використання гофроящиків вирішує зазначені проблеми, оскільки їх вартість разом з піддоном на порядок менша за ціну традиційних контейнерів.

Транспортно-технологічна схема перевезень визначає спосіб здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт. У випадку навалочного перевезення ці роботи здійснюються вручну, при використанні контейнерів – механізовано. В середньому, механізоване завантаження баштанних культур займає у кілька разів менше часу ніж ручне.

При виборі технологічних схем перевезень швидкопсувних вантажів необхідно враховувати те, що не весь вантаж прибуде до місця призначення у належному стані. Тому залежність продуктивності доставки товару прийме вид:

$$P_{\text{зд}} = \frac{q \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot (1 - y)}{T_p + T_{\text{нр}}}, \quad (2.1)$$

де  $q \cdot \gamma_{cm}$  – ступінь використання вантажопідйомності автомобіля, т;

$y$  – частка зіпсованої продукції;

$T_p$  – час перевезення, год.;

$T_{up}$  – сумарна тривалість виконання вантажних робіт, год.

З урахуванням норм природної втрати маси кавунів у процесі перевезення та середньодобовій швидкості руху 500 км/добу, були виконані розрахунки щодо продуктивності доставки товару при навальному способі перевезення. Одержані результати вказують на те, що суттєвої різниці в продуктивності процесу перевезень з рефрижераторним та універсальним напівпричепами немає. Кращі показники рефрижератора за склонністю вантажу компенсиуються більшою місткістю універсального кузова. При цьому, собівартість перевезень рефрижераторами на 25 – 30 % вища у порівнянні з універсальним рухомим складом.

Порівняння навалочної та контейнерної технологічних схем перевезень кавунів дозволило встановити, що з огляду на продуктивність перевезення при відстані до 700 км більш доцільним є використання контейнерів, що пояснюється набагато меншими часовими витратами на навантажувально-розвантажувальні операції (рис. 2.12). При більшій відстані перевезення, зважаючи на вище значення ступеню використання вантажопідйомності напівпричепа, більш продуктивною стає навалочна технологічна схема.

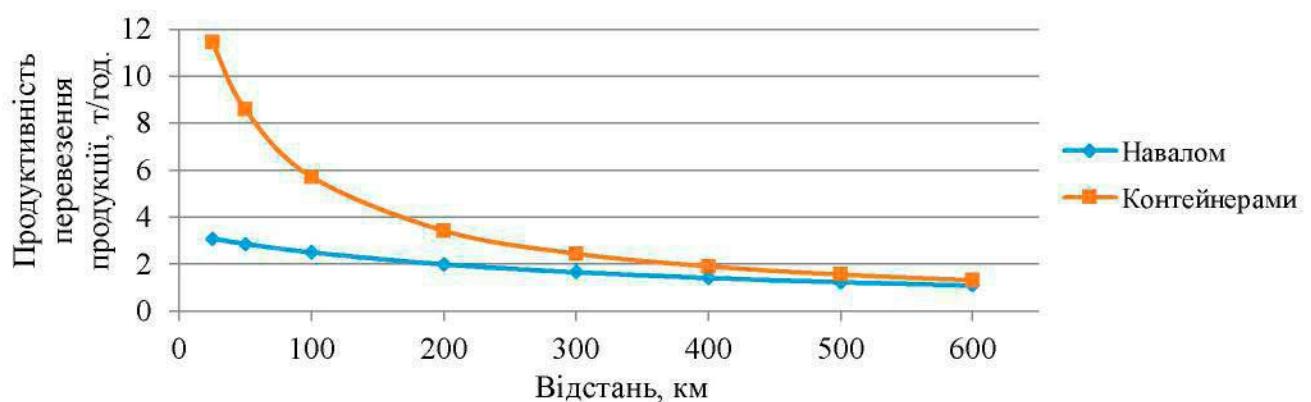


Рисунок 2.12 – Зміна продуктивності доставки товару від відстані перевезень універсальними тентовими напівпричепами

В той же час, аналіз собівартості перевезень за двома схемами показує, що з точки зору рентабельності на відстані понад 100 км більш ефективним є перевезення навалом (рис. 2.13). Не зважаючи на дещо вищі показники природної втрати вантажу, вони компенсуються більшим обсягом продукції, яку перевозять.

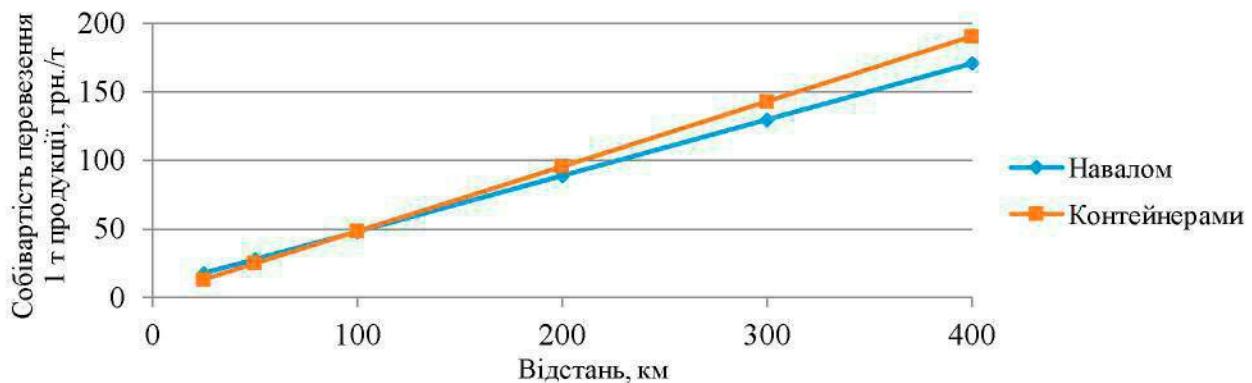


Рисунок 2.13 – Зміна собівартості перевезень 1 т продукції від відстані перевезень універсальними тентовими напівпричепами

Аналіз літературних джерел та результатів наукових досліджень дозволив встановити значення параметрів основних операцій технологічних процесів перевезень і реалізації баштанних культур (таблиця 2.1). Значення параметрів наведені для виконання перевезень 20-ти тонним автопоїздом у прийнятих місцевому та міжміському видах автомобільного сполучення. При цьому були прийняті типові відстані для кожного сполучення. Вартість операцій вказана у цінах 2013 року із округленням до 10 грн. Операція зберігання врожаю є необов'язковою, небажаною і застосовується у випадку коли необхідно знайти споживача або дочекатись більш вигідних умов продажу врожаю.

Отже, аналіз можливих транспортно-технологічних схем перевезень баштанних продуктів свідчить, що кожна з них має свої переваги та недоліки. Її вибір необхідно виконувати відповідно до конкретних виробничих умов із врахуванням наявних ресурсних можливостей.

Таблиця 2.1 – Параметри основних операцій процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

Послідовність технологічних операцій	Способи виконання (технічні засоби)	Параметри технологічних операцій за напрямками перевезень одного відправлення: тривалість/вартість/втрата товару ( год. / грн. / % )			
		переробне підприємство	склад зберігання	підприємство торгівлі	
				внутрішнє	зовнішнє
Збір врожаю	безтарний	4 / 200 / 20	4 / 200 / 20	4 / 200 / 20	–
	тарний	–	4 / 200 / 20	4 / 200 / 20	4 / 200 / 20
Підготовка товару до перевезень	без охолодження	0 / 0 / 0,5	0 / 0 / 0,5	0 / 0 / 0,5	0 / 0 / 0,5
	з охолодженням	–	–	20 / 300 / 0,2	20 / 300 / 0,2
Зберігання до 20 діб (необхідні умови)	є	480 / 6000 / 6	480 / 6000 / 6	72 / 900 / 6	72 / 900 / 6
	відсутні	480 / 3000 / 10	480 / 3000 / 10	72 / 450 / 10	72 / 450 / 10
Навантаження	ручне	3 / 180 / 0,2	3 / 180 / 0,2	3 / 180 / 0,2	–
	механізоване	–	0,5 / 70 / 0	0,5 / 70 / 0	0,5 / 70 / 0
Рух з вантажем (контейнерами)	тент	2 / 900 / 0,3	2 / 900 / 0,3	10 / 4500 / 1,3	72 / 15400 / 2,8
	ізотермічний	–	–	10 / 5100 / 1,2	72 / 17700 / 2,7
	рефрижератор	–	–	10 / 5600 / 1,2	72 / 19250 / 2,7
Розвантаження	ручне	–	3 / 180 / 0,2	3 / 180 / 0,2	3 / 180 / 0,2
	механізоване	0,5 / 70 / 0	0,5 / 70 / 0	0,5 / 70 / 0	0,5 / 70 / 0
Реалізація	продавець	72 / 100 / 10	72 / 100 / 10	72 / 100 / 10	72 / 100 / 10
	самообслуговування	72 / 20 / 20	72 / 20 / 20	72 / 20 / 20	72 / 20 / 20

## 2.4 Дослідження взаємозв'язку попиту і вартості кавунів

Теоретичним підґрунттям даного дослідження є положення теорії маркетингу про наявність залежності «пропозиція – попит» [85] і психофізики про зв'язок реакції людини на зовнішнє подразнення [86]. Дослідження виконувались 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 [86, 87], 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:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = k \cdot \frac{\Delta U}{U}, \quad (2.2)$$

де  $Q$  – обсяг продажу товару;

$U$  – ціна товару;

$k$  – коефіцієнт пропорційності;

$\Delta Q$  і  $\Delta U$  – величина зміни, відповідно, обсягу продажу і ціни товару.

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

$$\frac{dQ}{Q} = k \cdot \frac{dU}{U}. \quad (2.3)$$

Після інтегрування виразу (2.3) отримано:

$$\ln(Q) + C_1 = k \cdot \ln(U) + C_2, \quad (2.4)$$

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

Приймаємо, що:

$$C_3 = C_2 - C_1, \quad (2.5)$$

тоді

$$\ln(Q) = k \cdot \ln(U) + C_3. \quad (2.6)$$

Постійну  $C_3$  представимо через іншу константу ( $\alpha$ ) у вигляді:

$$C_3 = \ln(\alpha). \quad (2.7)$$

Після підстановки (2.7) у (2.6) та виконання алгебраїчних перетворень одержуємо:

$$\ln Q = \ln(\alpha \cdot I^k), \quad (2.8)$$

тобто

$$Q = \alpha \cdot I^k. \quad (2.9)$$

Для підтвердження цієї залежності було виконане візуальне спостереження за продажем кавунів, оскільки представники торговельних організацій відмовились надати за винагороду наявну у них статистичну інформацію про процес, посилаючись на комерційну таємницю. Пунктом спостереження за процесом торгівлі був обраний відділ продажу овочів гіпермаркету «Караван» у місті Києві, вул. Лугова 12. Місце спостереження було обрано з огляду на наступні чинники: по-перше, великі обсяги продажів; по-друге, значні коливання ціни на товари викликані періодичними акціями; по-третє, вільний доступ до контролю за масою та ціною одиниці товару.

Спостереження проводилися щотижня з кінця червня 2013 року до початку жовтня 2013 року по п'ятницям, неділям та понеділкам з 16.00 до 19.00 з огляду на динаміку споживання баштанної продукції у м. Києві у 2012 році (рис. 2.14) [72, 88]. Окремі результати 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. Результати спостережень наведені у додатку Б.

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.

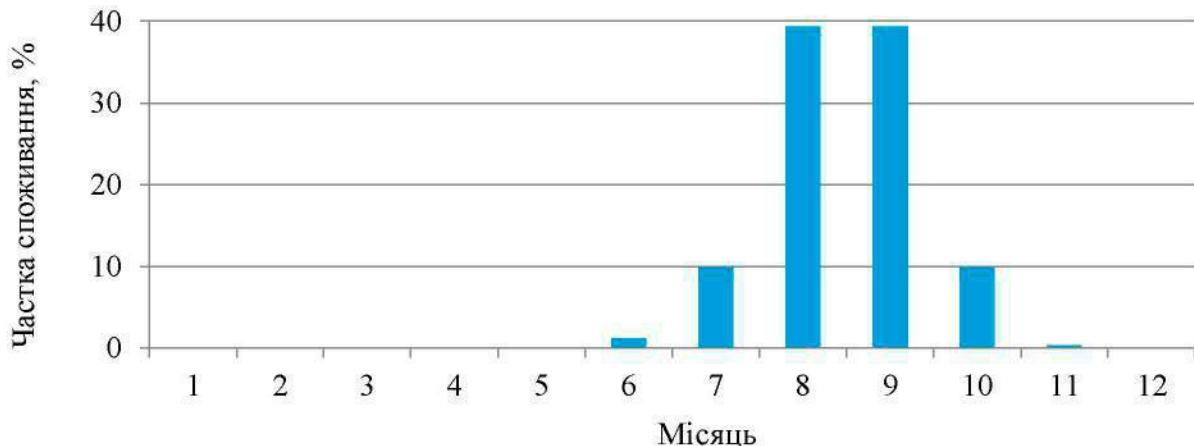


Рисунок 2.14 – Динаміка споживання кавунів та динь у м. Києві у 2012 році

Нехай відома беззбиткова вартість одиниці товару –  $\Pi_b$ . Її визначає сума закупівельної вартості одиниці товару, вартості перевезень та продажу з накладними витратами. Тоді при рівності роздрібної ( $\Pi_p$ ) та беззбиткової цін, згідно положень маркетингу, спостерігатимемо найбільшу інтенсивність купівлі товару ( $\lambda_{max}$ ), яка у відповідності до залежності (2.9) має вигляд:

$$\lambda_{max} = \alpha \cdot \Pi_b^k. \quad (2.10)$$

Для будь-якої іншої ціни ( $\Pi_p$ ) маємо:

$$\lambda = \alpha \cdot \Pi_p^k. \quad (2.11)$$

З (2.10) та (2.11) одержано:

$$\lambda = \lambda_{\max} \cdot \left( \frac{\Pi_p}{\Pi_\delta} \right)^k. \quad (2.12)$$

Так як у виразі (2.12) коефіцієнт  $k$  визначає чутливість до зміни роздрібної 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:

$$\frac{\lambda}{\lambda_{\max}} = \left( \frac{\Pi_p}{\Pi_\delta} \right)^k. \quad (2.13)$$

Обробка даних статистичних спостережень (додаток Б) виконувалась з використанням прикладних програм для персональних комп'ютерів, зокрема, для статистичного аналізу одержаних масивів даних – програма «Microsoft Excel». Результати розрахунків представлені на рис. 2.15.

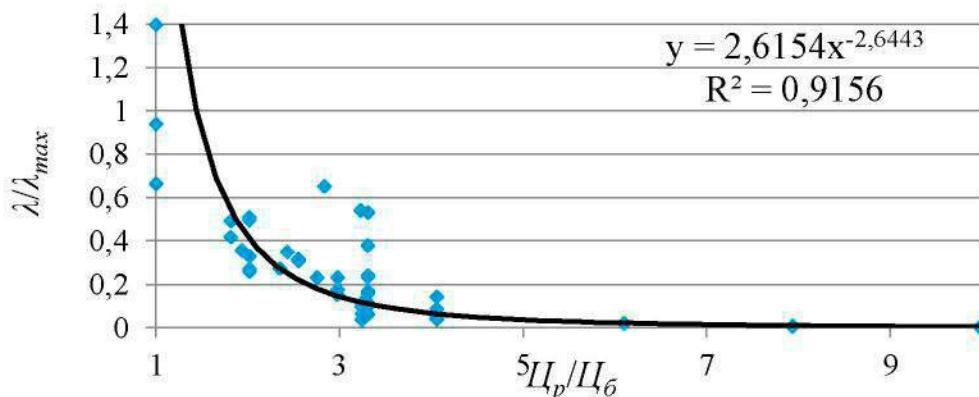


Рисунок 2.15 – Залежність відносних змін попиту ( $\lambda/\lambda_{\max}$ ) та ціни товару ( $\Pi_p/\Pi_\delta$ )

Для підтвердження початкової гіпотези про ступеневу залежність між попитом та ціною були апроксимовані інші функції, результати наведені у таблиці 2.2.

Перевірка значимості моделі регресії була виконана із використанням  $F$ -критерія Фішера. Порівняння одержаного значення критерія ( $F = 477$ ) із

табличним  $F_{kp}(0,05; 1; 45) = 4,06$  ( $F > F_{kp}$ ) вказує на статистично надійну оцінку рівняння регресії. Аналіз значимості коефіцієнтів регресії був виконаний за допомогою критерія Стьюдента. Його критичне значення  $T_{\text{табл}}(44; 0,025) = 2,32$  значно менше оцінок показника ступеня ( $t_a = 5,85$ ) та коефіцієнта ( $t_b = 27,29$ ), що підтверджує їх статистичну значимість.

Таблиця 2.2 – Результати апроксимації залежності відносних змін попиту ( $\lambda/\lambda_{max}$ ) та ціни товару ( $\Pi_p/\Pi_\delta$ ).

Вид залежності	Формула	Величина достовірності апроксимації ( $R^2$ )
Степенева	$\lambda/\lambda_{max} = 2,6154 \cdot (\Pi_p/\Pi_\delta)^{-2,6443}$	0,9156
Експоненційна	$\lambda/\lambda_{max} = 0,2128 \cdot e^{-0,1266 \cdot \Pi_p/\Pi_\delta}$	0,6450
Логарифмічна	$\lambda/\lambda_{max} = -0,2112 \cdot \ln(\Pi_p/\Pi_\delta) + 0,5267$	0,4029
Поліноміальна	$\lambda/\lambda_{max} = 0,0003 \cdot (\Pi_p/\Pi_\delta)^2 - 0,033 \cdot \Pi_p/\Pi_\delta + 0,39$	0,2059
Лінійна	$\lambda/\lambda_{max} = -0,0053 \cdot \Pi_p/\Pi_\delta + 0,2955$	0,0784

Одержанна апроксимація залежності відносних змін попиту та ціни товару не в повній мірі відповідає формулі (2.13). Тому були запропоновані інші формули апроксимації (табл.2.3)

Таблиця 2.3 – Варіанти апроксимації залежності відносних змін попиту та ціни товару степеневою функцією

Формула	Величина достовірності апроксимації ( $R^2$ )
$\lambda/\lambda_{max} = 2,6154 \cdot (\Pi_p/\Pi_\delta)^{-2,6443}$ (2.14)	0,9156
$\lambda/\lambda_{max} = (\Pi_p/\Pi_\delta)^{-1,3}$ (2.15)	0,8535
$\frac{\lambda}{\lambda_{max}} = \begin{cases} \left(\frac{\Pi_p}{\Pi_\delta}\right)^{-1,3} & \text{якщо } \frac{\Pi_p}{\Pi_\delta} < 2 \\ 3,4757 \cdot \left(\frac{\Pi_p}{\Pi_\delta}\right)^{-2,804} & \text{якщо } \frac{\Pi_p}{\Pi_\delta} \geq 2 \end{cases}$ (2.16)	0,725 0,928
	0,936

Використання формул (2.15) та (2.16) виправдано при роздрібній ціні, яка наблизена до беззбиткової. Підтвердженням цьому є частість таких випадків (рис.2.16) та характер зміни даних спостереження (рис.2.17).

Перевірка адекватності одержаного виразу залежності (2.14) виконана порівнянням статистичних та розрахункових даних України за місяцями 2013 року щодо обсягів реалізації баштанних культур в залежності від середньої ціни за місяць [85]. Коефіцієнт кореляції прийняв значення 0,814. Незначне зниження коефіцієнту пояснюється тим, що рівняння (2.14) було визначене на основі продажу кавунів, а застосоване для визначення сукупного продажу динь та кавунів.

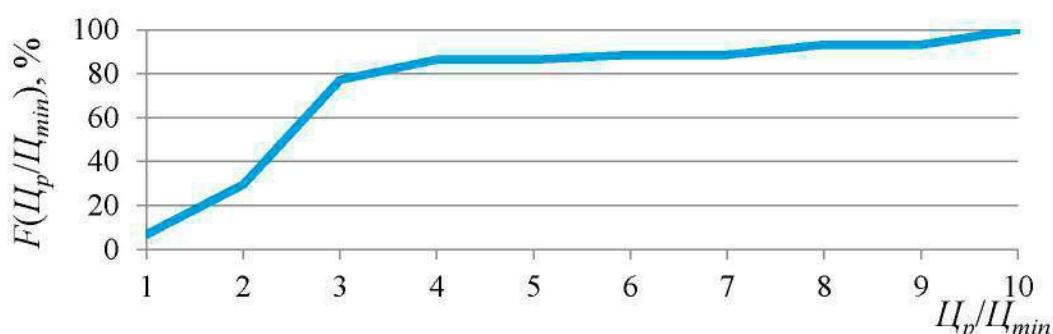


Рисунок 2.16 – Емпірична функція розподілу відносної зміни ціни товару

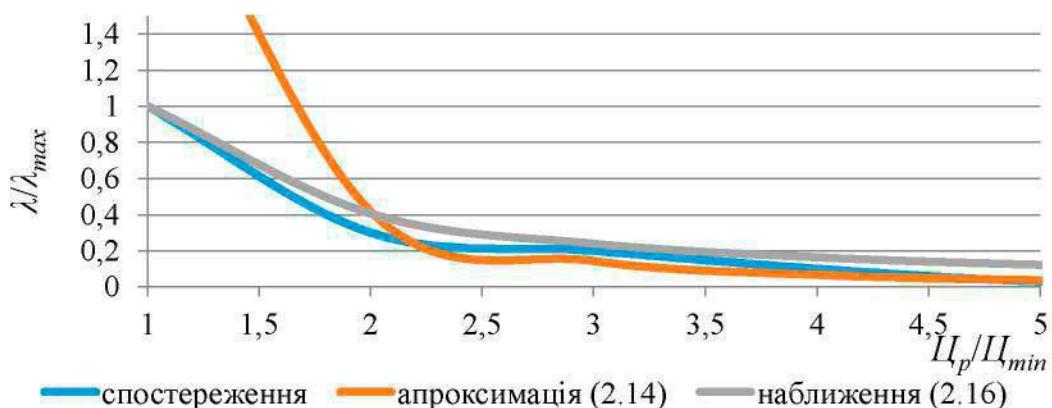


Рисунок 2.17 – Порівняння різних залежностей апроксимації при відносній зміні значень параметрів попиту і ціни

Основною перевагою виведеної залежності (2.9) є те, що для встановлення емпіричних коефіцієнтів функції достатньо знати тільки дві ціни товару та відповідні до них значення інтенсивності попиту. Модифікація функції (2.12) дозволила встановити фізичний зміст одного з емпіричних коефіцієнтів та прогнозувати попит при зміні беззбиткової або закупівельної ціни товару. Різні

варіанти апроксимації функції (2.12) дозволяють спрощувати розрахунки або підвищувати їх точність у залежності від умов конкретної задачі, що вирішується.

## 2.5 Дослідження закономірностей реалізації баштанних культур

Метою процесу «доставка – реалізація» баштанних культур є отримання максимальної вигоди всіма його учасниками від відправника до споживача. В період збору врожаю обсяг продукції у декілька разів перевищує можливості її споживання, тобто виникає дисбаланс між матеріальними потоками виробництва та споживання. Для узгодження цих потоків використовують складське зберігання. При цьому обсяг виробництва продукції з урахуванням обмеження на термін зберігання визначається попитом. Тому прогноз попиту споживання баштанних культур є вихідною інформацією для управління процесом «доставка – реалізація» баштанних культур, а визначення характеристик поставок єдиним інструментом управління ланцюгом постачання. Однією із характеристик поставок є їх величина, а іншою – стратегія управління поставками.

Кожен учасник ланцюга постачання прагне максимізувати свою вигоду, яка виражається у фінансовому результаті та залежить від роздрібної ціни на продукцію. Тому важливо встановити закономірність її зміни з плином часу. З цією метою була проаналізована динаміка середньомісячної роздрібної ціни на баштанні культури на ринках м. Херсона [89]. Як видно з графіків (рис. 2.18) та (рис. 2.19) середньомісячній ціні на баштанні культури притаманна виражена тенденція до спадання. При подобовому розгляді ця тенденція менш очевидна, так як зміна ціни не монотонна, а дискретна і в певні періоди часу може порушуватись (рис. 2.20) [90]. Постійне значення ціни має різні тривалості без явно вираженої залежності, які перериваються стрімким зростанням або падінням ціни товару. Тобто на очевидну тенденцію зміни ціни продукції накладаються випадкові коливання, прояви яких кожного року різняться за амплітудою та частотою.

Тенденція зміни ціни баштанних культур також була зафіксована у результаті виконаних вибіркових спостережень за продажом кавунів у м. Києві (рис.2.21).

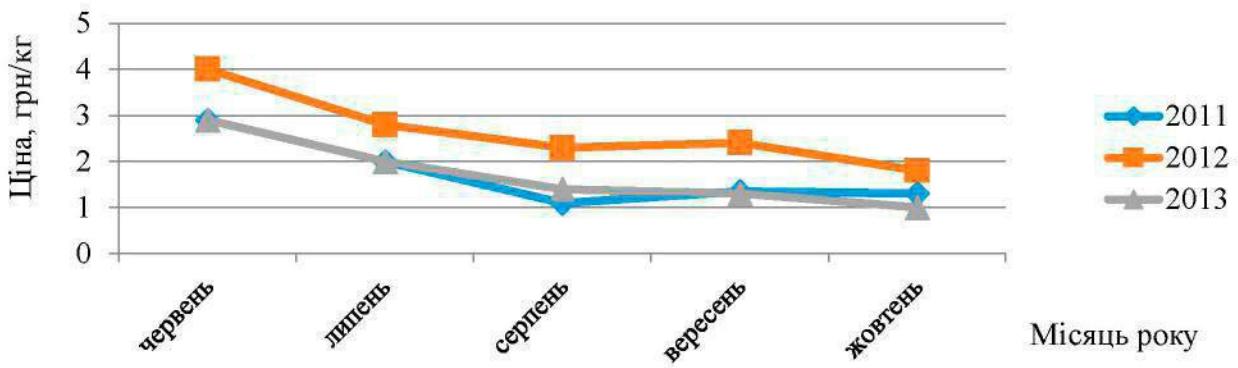


Рисунок 2.18 – Порівняльні графіки зміни роздрібних цін на кавуни на ринках м. Херсона

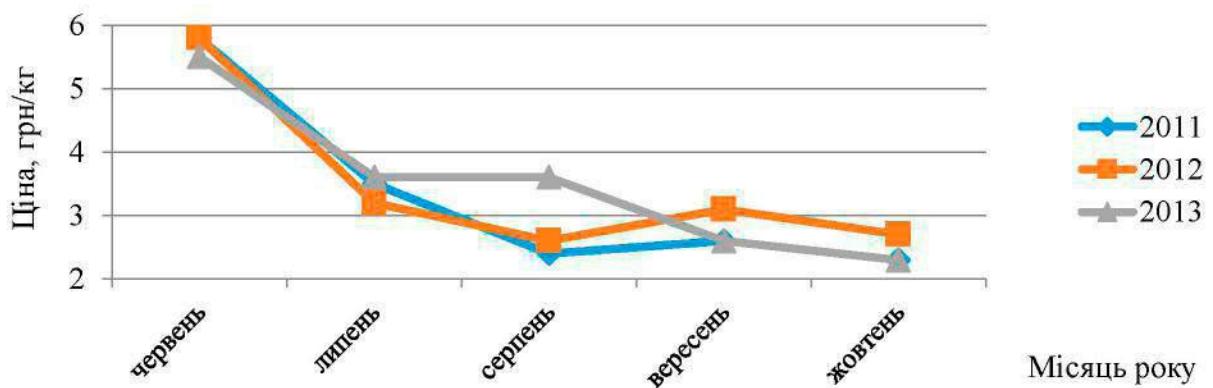


Рисунок 2.19 – Порівняльні графіки зміни роздрібних цін на дині на ринках м. Херсона

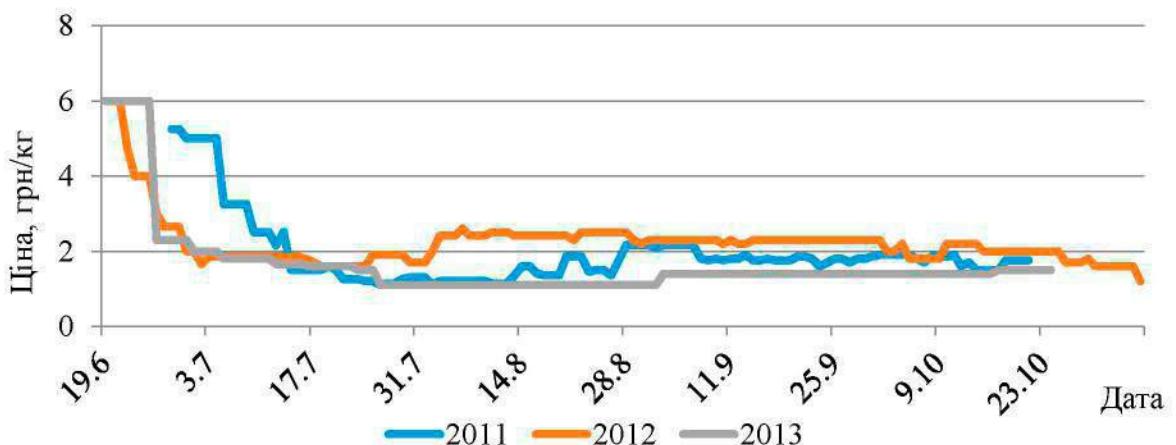


Рисунок 2.20 – Динаміка зміни оптової ціни на кавуни на ринку «Шувар» у 2011 – 2013 роках

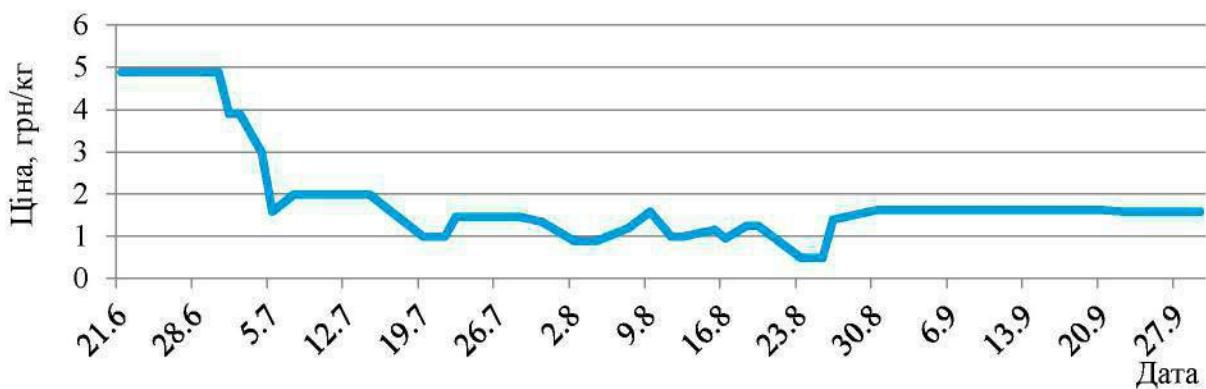


Рисунок 2.21 – Результати спостережень за динамікою роздрібних цін на кавуни у м. Києві (2013 рік)

Для встановлення тенденції зміни ціни на кавуни із плином часу за статистичними даними 2011-2013 років [91] був встановлений період у 140 діб, протягом якого відбувалась торгівля плодами, вирощеними в Україні. Для нивелювання фактору різної дати початку торгівельного сезону результати спостережень за різними роками були зведені до одного шляхом суперпозиції. По кожній добі розраховували середню ціну продукту за три роки. Одержані масив даних було опрацьовано з використанням програмного продукту «Microsoft Excel». У результаті розрахунків встановлено, що динаміка зміни ціни з прийнятою на практиці 5 % похибкою [92] описується поліномом п'ятого степеня (рис. 2.22). Подальше підвищення степеня поліному збільшує складність опису та розрахунків без суттєвого підвищення значення коефіцієнта достовірності апроксимації (рис. 2.23).

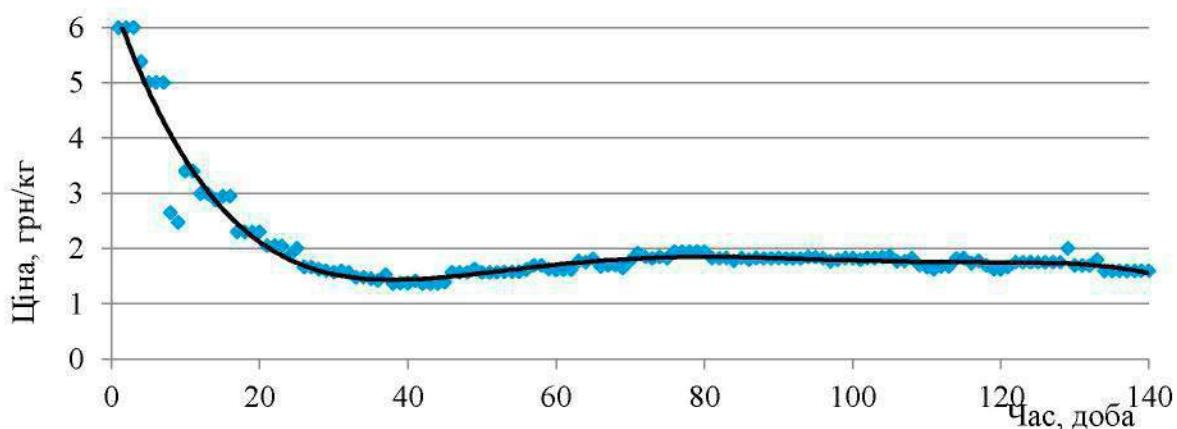


Рисунок 2.22 – Апроксимація динаміки ціни кавунів за сезон торгівлі

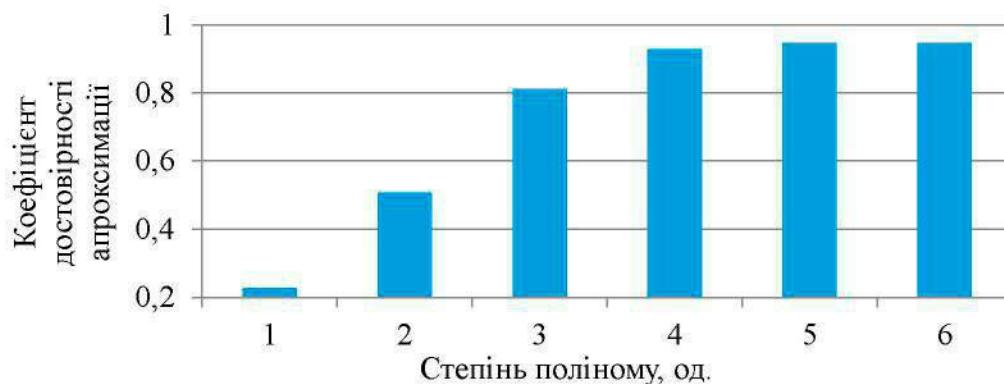


Рисунок 2.23 – Відповідність значень коефіцієнту достовірності апроксимації ( $R^2$ ) степеню поліному, що описує полігон даних

Перевірка значимості моделі регресії виконана із використанням  $F$ -критерія Фішера. Одержане значення критерію ( $F = 6,12$ ) із 138 ступенями свободи більше табличного ( $F_{kp} = 3,91$ ) при прийнятому рівні значимості  $\alpha = 0,05$ , що вказує на те, що оцінка рівняння регресії статистично надійна. Значення середньої похибки апроксимації на рівні 4,1% також свідчить про добре підібрану модель рівняння. Отже, значення реалізаційної ціни на кавуни від дня торгівельного сезону можливо розрахувати за формулою:

$$\begin{aligned} \Pi_p = & -0,0000000019 \cdot t^5 + 0,0000008219 \cdot t^4 - 0,0001384247 \cdot t^3 + \\ & + 0,0109193499 \cdot t^2 - 0,3909868668 \cdot t + 6,5536181795. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Крім того, встановлено, що на роздрібну ціну впливає багато факторів: стан економіки у країні, ситуація на ринку баштанних культур, ціни інших продавців тощо. Зокрема, падінню ціни на кавуни до 0,49 грн/кг в кінці серпня у гіпермаркеті «Караван» (рис.2.21) до майже беззбиткової вартості одиниці товару сприяло два повідомлення преси про тимчасову заборону ввезення кавунів на територію Росії та прибуття до одного з кримських портів судна з Туреччини з кавунами по 0,3 – 0,4 грн/кг. При цьому ціни у серпні в м. Києві на оптово-роздрібних ринках були: диня – 2 – 5,5 грн/кг, кавун – 1,1 – 1,4 грн/кг [91].

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 ймовірнісного розподілу попиту. З метою встановлення розподілу попиту на кавуни з масиву даних спостережень (додаток Б) був сформований новий масив даних у ціновому діапазоні  $1,65 \pm 0,34$  грн/кг. Таке відхилення від середньої ціни менше знижки, що встановлюється на дану продукцію, тому не викликає різкої зміни попиту. У відповідність ціні було поставлено кількість проданих кавунів та їх маса. Тобто розподіл попиту на кавуни можна визначити у кількісному і масовому вимірі. Однак кількісна характеристика є дискретною, що створює певні незручності, та менш інформативною стосовно попиту, оскільки для рішення ряду задач потребуватимемо додатково знання розподілів кількості плодів серед покупців та середньої маси плоду. Вимір попиту у одиницях маси 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 методики, викладені у [92, 93]. Обробка результатів виконувалась з використанням прикладних програм для персонального комп'ютера. В результаті статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується з 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  $p = 0,05$ . Результати наведені у таблиці 2.4 та на рис. 2.24.

Таблиця 2.4 – Дані статистичної обробки попиту на кавуни (кг/год.)

№ п/п	Середина інтервалу	Частота	Частість	Щільність	
				Емпірична	Теоретична
1	50	4	0,1818	0,00182	0,00103
2	150	6	0,2727	0,00273	0,00250
3	250	4	0,1818	0,00182	0,00273
4	350	3	0,1364	0,00136	0,00203
5	450	2	0,0909	0,00091	0,00112
6	550	1	0,0455	0,00045	0,00048
7	650	1	0,0455	0,00045	0,00016
8	750	1	0,0455	0,00045	0,00004

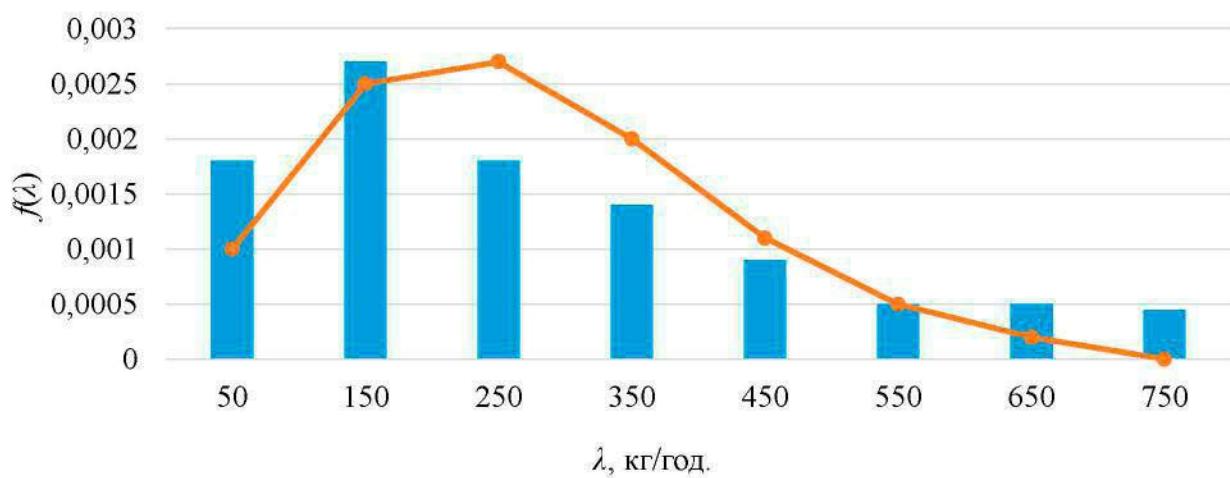


Рисунок 2.24 – Гістограма та щільність розподілу інтенсивності попиту на кавуни

Таким чином, встановлені закономірності створюють теоретичне підґрунтя для адекватного опису відповідного етапу процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.

## 2.6 Висновки до розділу 2

- Визначено доцільність перевезення врожаю на території України автомобільним транспортом з використанням контейнерів і безтарним способом. Встановлено, що показник продуктивності перевезень плодів у контейнерах значно перевищує аналогічне значення для безтарного способу на коротких відстанях перевезеннях та наближається до нього при відстані біля 700 км. За

показником собівартості перевезень однієї тони вантажу при відстані, що перевищує 100 км, економічно доцільно є перевезення безтарним способом.

2. На основі узагальнення результатів досліджень різних авторів встановлено динаміку втрати маси плодами баштанних культур від терміну зберігання, тривалості продажу і відстані перевезень за нормативних умов здійснення цих процесів. Ці дані доповнені експериментально встановленими закономірностями зміни маси плодів кавуна та дині від температури та тривалості зберігання, що надає можливість їх аналітичного опису та використання для рішення техніко-економічних задач.

3. Встановлені параметри основних операцій процесу «доставка – реалізація» баштанних культур надають можливість економічної оцінки проектних рішень щодо складу операцій процесу для різних одержувачів вантажу.

4. На основі аналізу статистичних даних та результатів експериментальних спостережень встановлена динаміка ціни на кавуни за сезон торгівлі, що у сукупності із залежністю попиту від ціни надає можливість вирішення таких задач як: оптимізація партії поставки продукції, встановлення ціни реалізації продукції, планування тривалості торгової сесії тощо.

5. Доведена гіпотеза про степеневий закон зміни попиту і вартості кавунів. Встановлена аналітична залежність та варіанти її апроксимації дозволяють адекватно відображати процес реалізації продукції.

6. Встановлено, що попит при постійній ціні реалізації має стохастичну природу, яка описується законом Релея. Використання цієї закономірності дозволяє підвищити точність результатів при плануванні чергової торгівельної сесії.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ «ДОСТАВКА – РЕАЛІЗАЦІЯ» БАШТАННИХ КУЛЬТУР

#### 3.1 Формалізація моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

Процес «доставка – реалізація» баштанної продукції функціонує циклічно впродовж сезону продаж. У кожному циклі відбувається переміщення товару, яке супроводжується рухом грошових коштів. Ці кошти складають оборотний капітал, що витрачається на поточну діяльність. Її кінцевою метою є отримання прибутку. Для збільшення прибутку застосовують ряд способів:

1) збільшення різниці між виторгом від продажу продукції і витратами на її доставку та реалізацію, що досягається скороченням витрат і (або) підвищеннем цін реалізації. При цьому скорочення витрат може привести до зниження рівня якості продукції, а підвищення цін – до скорочення обсягів продажу продукції та зниження швидкості руху грошових коштів.

2) зменшення тривалості логістичного циклу, що досягається збільшенням витрат на доставку продукції або зниженням ціни реалізації з метою скорочення тривалості реалізації продукції і як результат – прискорення обігу коштів.

3) уникнення невиправданих видатків, втрат і псування товарів шляхом усунення зайвих операцій та забезпечення схоронності продукції. При цьому, необхідно вирішувати конфліктні ситуації. Наприклад, вільний доступ покупців до продукції баштанництва супроводжується ростом втрат товару через пошкодження і псування, але він сприяє збільшенню обсягів продажу і росту товарообігу.

Отже, критерій оцінки ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур повинен враховувати доходи, витрати і тривалість кожного його циклу.

З теорії економіки відомо, що на прибутковість бізнесу впливає швидкість обороту капіталу. Збільшення швидкості обороту капіталу дозволяє підвищити ефективність його використання і забезпечити зростання прибутку.

Отже, підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур можливо досягти шляхом оптимізації параметрів логістичних циклів за критеріями максимізації величин прибутку і середньодобового прибутку за торгівельну сесію. Тому потребує вирішення питання про критерій оцінки функціонування процесу протягом сезону продажу та критерій його оптимізації.

У більшості теоретичних розробок теорії управління запасами стверджують, що закупівельна і реалізаційна ціни товару мають постійну різницю, і як наслідок, дохід є незалежним від частоти закупок. Таке припущення дозволяє виключити з критерію оцінки ефективності процесу такий показник як прибуток та розглядати у якості критерія оптимальності процесу тільки складові витрат. У випадку реалізації баштанних культур з плинном часу змінюється різниця між ціною закупівлі та продажу продукції. На величину прибутку також суттєво впливає нестационарність попиту, що викликана динамікою зміни реалізаційної ціни продукції. Крім того, псування товару і його втрати під час реалізації мають значний вплив на величину задіянного оборотного капіталу. Тому критерій оцінки процесу у цілому повинен враховувати дохід і витрати організатора ланцюга постачань протягом всього періоду його функціонування.

Метою процесу «доставка – реалізація» баштанних культур є отримання максимальної вигоди учасників процесу, тому за узагальнений критерій його оцінки доцільно прийняти максимізацію прибутку за сезон продажу:

$$\sum_{i=1}^n \Pi_i = \sum_{i=1}^n (\Delta_i - B_i) \rightarrow \max, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3.1)$$

де  $\Pi_i$  – прибуток від продажу продукції за  $i$ -й період (торгівельну сесію), грн.;

$\Delta_i$  – дохід від торгівлі, грн.;

$B_i$  – витрати пов'язані з торгівлею товаром, грн.;

$n$  – кількість періодів (сесій) за сезон торгівлі.

У залежності (3.1) припускається, що тривалість кожного періоду продажу може бути різною.

Дохід від продажу продукції описується складною залежністю, яка у параметричному записі приймає має вигляд:

$$D = f[\Pi_{p,i}, g(\lambda \Pi_{p,i}), t_{max}(yz)], \quad (3.2)$$

де  $\Pi_{p,i}$  – ціна реалізації продукції за  $i$ -й період, грн./т;

$g_i$  – партія продукції, яку реалізують в  $i$ -му періоді, т;

$\lambda$  – інтенсивність попиту на продукцію, т/дoba;

$t_{max}$  – максимальний термін придатності продукції після збору врожаю, що визначається переважно умовами зберігання ( $yz$ ), доба.

У загальному випадку витрати на доставку і реалізацію вирощеного врожаю розподіляються між виробником ( $B_{epb}$ ) та продавцем ( $B_{np}$ ) наступним чином:

$$B_i = B_{epb,i} + B_{np,i}, \quad (3.3)$$

$$B_{epb,i} = f[C, B_{ep}(g_i, \xi, \eta_\xi), B_{m\theta}(q\gamma, L_m, \eta_m), B_{3\delta}(g_i, \lambda_i, \eta_3)], \quad q\gamma = g_i, \quad (3.4)$$

$$B_{np,i} = f[B_{3k}(g_i, t_i), B_{ep}(g_i, \xi, \eta_\xi), B_{m3}(q\gamma, L_c, j, \eta_{mj}),$$

$$B_{3\delta p}(g_i, \lambda_i, \eta_{3p}), B_p(g_i, \lambda_i, \eta_p)], \quad (3.5)$$

де  $C$  – собівартість виробництва продукції, грн.;

$B_{ep}$  – витрати на виконання вантажних робіт, які залежать від способу виконання ( $\xi$ ) та втрат вантажу ( $\eta_\xi$ ), грн.;

$B_{m\theta}$  – витрати на виконання внутрішньогосподарських перевезень, які визначаються задіяним рухомим складом ( $q\gamma$ ), відстанню перевезень ( $L_m$ ) та втратами вантажу ( $\eta_m$ ), грн.;

$B_{3\theta}$  – витрати на зберігання товару, які супроводжуються втратами продукції ( $\eta_3$ ), грн.;

$B_{3k}$  – витрати на закупку парії товару, які залежать від часу її здійснення ( $t_i$ ), грн.;

$B_{m3}$  – витрати на транспортування продукції від місця завантаження до місця продажу, які визначаються задіяним рухомим складом ( $q\gamma$ ), відстанню перевезень ( $L_c$ ), типом кузову ( $j$ ) та втратами вантажу ( $\eta_{mj}$ ), грн.;

$B_{3bp}$  – витрати на передреалізаційне зберігання продукції, яке супроводжується її втратами ( $\eta_{3p}$ ), грн.;

$B_p$  – витрати на реалізацію продукції з урахуванням її втрати ( $\eta_p$ ), грн.

У разі створення ланцюга постачань витрати на доставку і реалізацію вирощеного врожаю описуються виразом:

$$B_i = f[C, B_{6p}(g_i, \xi, \eta_\xi), B_{m\theta}(q\gamma, L_m, \eta_m), B_{3\theta}(g_i, \lambda_i, \eta_3), B_{m3}(q\gamma, L_c, j, \eta_{mj}), B_{3bp}(g_i, \lambda_i, \eta_{3p}), B_p(g_i, \lambda_i, \eta_p)]. \quad (3.6)$$

Аналіз рівнянь (3.2) – (3.6) вказує на те, що для максимізації виразу (3.1) необхідно оптимізувати величини партій поставок у відповідності з визначенням тривалості періодів торгівлі та встановленням ціни реалізації продукції. Вирішення цієї задачі з урахуванням результатів теоретичних досліджень (розділ 2) можливе лише на основі методів динамічного програмування. При цьому для пошуку оптимального рішення функціонал (3.1) можливо замінити на еквівалентний функціонал, з якого виключити характеристики процесів що не впливають на визначення оптимальної партії поставки. До таких характеристик відносяться: собівартість вирощування врожаю, витрати на виконання вантажних робіт у виробника продукції та внутрішньогосподарських перевезень.

На основі того факту, що сума оптимальних рішень для кожного циклу процесу «доставка – реалізація» продукції забезпечить отримання максимального прибутку, необхідно встановити відповідні параметри процесу. З огляду на динамічну і складну природу процесу, встановити критерій оптимальності зі загальних міркувань досить складно. Тому для вирішення задачі оптимізації запропоновано використати два альтернативні критерії:

– максимізація величини прибутку за сесію:

$$K_{opt1,i} = \Pi_i \rightarrow \max; \quad (3.7)$$

– максимізація величини середньодобового прибутку за сесію:

$$K_{opt2,i} = \frac{\Pi_i}{T_i} \rightarrow \max, \quad (3.8)$$

де  $T_i$  – тривалість  $i$ -ої торгівельної сесії, доба.

На відміну від критерію (3.7), критерій (3.8) є більш чутливим до динаміки зміни параметрів процесу. Його використання спонукатиме збільшення кількості циклів процесу, тобто підвищення швидкості обороту, задіяного капіталу і, можливо, збільшення загального прибутку.

Вибір найбільш ефективного критерію можливий лише на основі дослідження на моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.

### 3.2 Моделювання процесу зберігання продукції

Під час зберігання у плодах баштанних культур відбуваються складні фізико-хімічні процеси, зовнішнім проявом яких є зменшення їх маси. Виконані дослідження [59, 72] і нормативні документи [82, 83] вказують на те, що швидкість зменшення маси пропорційна поточній масі плоду та температурі

навколошнього середовища. Тоді за умови незмінної температури процес зберігання описується диференційним рівнянням:

$$\frac{dg}{dt} = -\delta_s \cdot g, \quad (3.9)$$

де  $g$  – маса продукції, т;

$\delta_s$  – коефіцієнт зміни маси за певний період часу.

Знак мінус у виразі (3.9) означає зменшення маси.

Після розділення змінних у рівнянні (3.9) та виконання операції інтегрування [94] отримано:

$$\ln|g| = -\delta_s \cdot t + C, \quad (3.10)$$

де  $C$  – постійна інтегрування.

Так як за фізичним змістом  $g > 0$ , маємо:

$$g_t = e^{-\delta_s \cdot t + C} = e^{-\delta_s \cdot t} \cdot e^C. \quad (3.11)$$

При початковій умові  $t = 0$  вага продукції складає  $g_0$ , тобто  $e^C = g_0$ .

В результаті одержана залежність динаміки зміни маси продукції:

$$g_t = g_0 \cdot e^{-\delta_s \cdot t}. \quad (3.12)$$

Одержання ідентичних результатів розрахунку за формулою (3.12) забезпечує залежність викладена в роботі [3], що передбачає дискретний характер зміни маси. Наведене в статті [3] рівняння має більш складний вид і тому незручне для використання у аналітичних розрахунках.

В роботах [58, 71] певна зміна масових параметрів динь суттєво відрізняється за часом настання, що потребує уточнення. Данні щодо швидкості

зменшення маси кавунів у фаховій літературі відсутні. У зв'язку з цим, було виконано дослідження стосовно впливу температурного режиму зберігання на втрату маси плодів. Зокрема, на рис. 3.1 наведена динаміка втрати ваги кавунами та динями за температури повітря 16 °C.

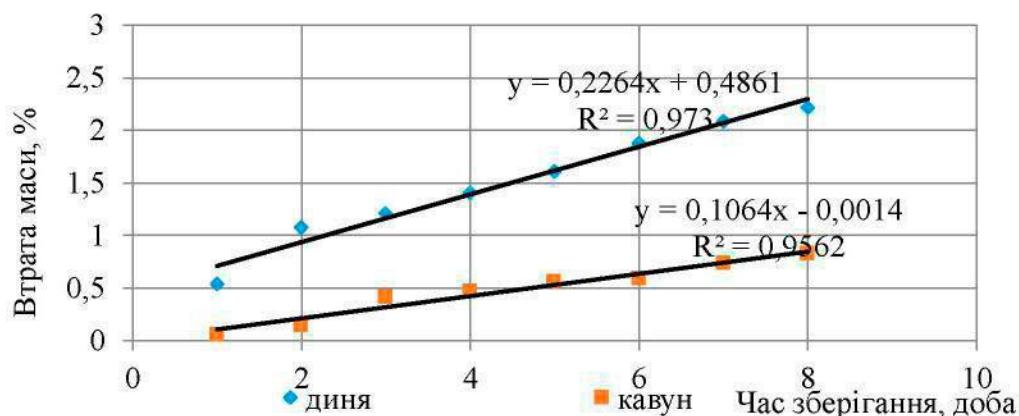


Рисунок 3.1 – Динаміка втрати маси динями і кавунами при зберіганні за температури повітря 16°C

Одержані результати експериментальних досліджень свідчать про лінійний характер залежності втрати маси плодами від температурного режиму. Припускаємо, що коефіцієнт  $\delta_3$  визначається виразом:

$$\delta_3 = a \cdot T, \quad (3.13)$$

де  $a$  – емпіричний коефіцієнт, що характеризує вид продукції;

$T$  – температура зберігання продукції, °C.

З урахуванням (3.12) і (3.13) у будь-який момент часу повинна дотримуватися умова:

$$a_t = -\frac{\ln\left(\frac{g_t}{g_0}\right)}{T \cdot t}, \quad (3.14)$$

Тоді на основі кількості спостережень  $n$  значення  $a$  визначається залежністю:

$$a = -\frac{\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{g_t}{g_0}\right)}{T \cdot t \cdot n} \quad (3.15)$$

В результаті обробки даних спостережень з використанням залежності (3.15) встановлено, що значення коефіцієнта  $a$  складає:

- для динь:  $a_d = -0,0001$  (коефіцієнт достовірності апроксимації  $R^2 = 0,975$ );
- для кавунів:  $a_k = -0,00004$  (коефіцієнт достовірності апроксимації  $R^2 = 0,960$ ).

Дані коефіцієнти отримані у діапазоні значень терміну зберігання ( $t$ ) до 14 діб, при температурних режимах від 5 °C до 30 °C.

Отже, встановлені залежності втрати маси продукції при зберіганні адекватно відображають динаміку процесу і можуть бути використані при моделюванні процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.

### 3.3 Моделювання тривалості процесу реалізації продукції

Протягом сезону торгівлі швидкопсувними продуктами продавці купують у виробників ряд партій продукції для реалізації. Зважаючи на те, що від моменту купівлі до моменту надходження партії у продаж проходить певний проміжок часу, постає задача визначення часу замовлення. Тому важливим питанням для практичної діяльності є встановлення тривалості реалізації окремої партії товару.

Як встановлено в підрозділі 2.4, інтенсивність споживання залежить від ціни продукції, а ціна змінюється з плином часу (рис. 2.22). У встановленій закономірності можливо виділити три характерні ділянки: стрімкого падіння ціни ( $t = 0 - 43$  доби), повільного зростання ціни ( $t = 44 - 80$  діб), відносної стабільності ціни і попиту ( $t = 81 - 140$  діб,  $\lambda \approx \text{const}$ ).

Процеси характерні для двох останніх ділянок знайшли певне відображення у науковій літературі [54, 55], яка присвячена управлінню складськими запасами. У цих роботах відсутнє одночасне врахування нестационарності попиту і втрат продукції на різних етапах процесу її реалізації. Початковому етапу присвячені тільки описи фізичного змісту, тому його науковий аналіз має суттєве прикладне значення.

Встановлена регресійна залежність зміни ціни з плином часу (рис. 2.22) мало придатна для побудови аналітичної моделі та можливого рішення оптимізаційних задач через громіздкість перетворень і необхідність використання чисельних методів для одержання результату. Тому припускаючи незначну втрату точності опису динаміки ціни з плином часу були отримані більш перспективні для аналізу залежності опису зміни ціни у характерних часових межах, що наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати апроксимації характерних ділянок динаміки реалізаційної ціни кавунів

Розрахунковий період, доба	Залежність апроксимації	Коефіцієнт достовірності апроксимації
0 – 43	$I_p = 5,0225 \cdot e^{-0,0356t}$ (3.16)	$R^2 = 0,8888$
	$I_p = 9,819 \cdot t^{-0,5147}$ (3.17)	$R^2 = 0,9073$
44 – 80	$I_p = 1,0512 \cdot e^{0,0077t}$ (3.18)	$R^2 = 0,8411$
	$I_p = 0,2503 \cdot t^{0,4651}$ (3.19)	$R^2 = 0,8337$
81 – 140	$I_p = 2,1736 \cdot e^{-0,0019t}$ (3.20)	$R^2 = 0,4398$
	$I_p = 4,6063 \cdot t^{-0,2056}$ (3.21)	$R^2 = 0,4221$

Аналіз емпіричних залежностей (3.17), (3.19) та (3.21) з урахуванням залежності визначення інтенсивності попиту (2.14) свідчить про те, що степінь при незалежній змінній приймає негативні і позитивні нецілочисельні значення для різних етапів процесу реалізації продукції, що може ускладнити подальший аналітичний опис процесу. Тому в роботі була віддана перевага опису процесів на основі експоненційних залежностей виду:

$$I_p = a_1 \cdot e^{b_1 t}, \quad (3.22)$$

де  $a_1$  та  $b_1$  – емпіричні коефіцієнти.

Перевірка значимості моделей регресії (3.16), (3.18), (3.20) виконана з використанням  $F$ -критерія Фішера. Порівняння табличного значення  $F_{kp}(0,05; 1; 45) = 4,06$  та отриманих значень для залежностей: (3.16) –  $F = 352$ , (3.18) –  $F = 231$  та (3.20) –  $F = 35$  вказує на статистично надійну оцінку рівнянь регресії.

З урахуванням залежності (2.11) одержано загальний вид залежності інтенсивності попиту:

$$\lambda = \alpha \cdot (a_1 \cdot e^{b_1 t})^k = \alpha \cdot a_1^k \cdot e^{kb_1 t} = A \cdot e^{B \cdot t}, \quad (3.23)$$

$$A = \alpha \cdot a_1^k, \quad B = k \cdot b_1. \quad (3.24)$$

Підстановка значень емпіричних коефіцієнтів для різних етапів процесу реалізації продукції у залежність (3.23) дозволяє отримати значення інтенсивності попиту для будь-якої доби торгової сесії. Емпіричні коефіцієнти можна отримати при обробці статистичних даних за допомогою типового програмного забезпечення «Microsoft Office».

### 3.3.1 Постійна інтенсивність попиту

Процес реалізації баштанних культур розглянемо на прикладі одноперіодної моделі. Математичний опис такої моделі наведено в статті [7], але без розмежування втрат продукції на етапах передреалізаційного зберігання і безпосереднім продажом. Іншим недоліком наведених у публікації формул є їх складність.

Нехай попит за торговельну сесію має постійну інтенсивність  $\lambda$ , швидкість поповнення продукції миттєва, природна втрата маси партії поставки на етапі передреалізаційного зберігання у кожний момент часу пропорційна наявному

рівню запасів з коефіцієнтом  $\delta_n$ , а на етапі реалізації – пропорційна інтенсивності попиту з коефіцієнтом  $\delta_p$ .

Тоді процес реалізації описується диференційним рівнянням:

$$\frac{dg}{dt} = -\lambda - \delta_n \cdot g - \delta_p \cdot \lambda. \quad (3.25)$$

Здійснивши відповідні перетворення, маємо:

$$\int \frac{dg}{\frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g} = \int -\delta_n \cdot dt. \quad (3.26)$$

Звідки отримано:

$$\ln \left[ \frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g \right] = -\delta_n \cdot t + C, \quad (3.27)$$

де  $C$  – постійна інтегрування.

Тоді динаміка зміни партії поставки має вид

$$g = C_1 \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n}, \quad C_1 = \exp(C). \quad (3.28)$$

За початкової умови  $t = 0$  вага продукції складає  $g_0$ , звідси:

$$C_1 = g_0 + \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n}. \quad (3.29)$$

Після підстановки (3.29) в (3.28) одержано:

$$g = \left( g_0 + \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n} \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n}. \quad (3.30)$$

Нехай через час  $t_c$  вся партія поставки буде реалізована, тоді рівняння (3.30) приймає вид:

$$0 = \left( g_0 + \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n} \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t_c) - \frac{\lambda \cdot (1 + \delta_p)}{\delta_n} \quad (3.31)$$

або

$$1 = \left( \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1 + \delta_p)} + 1 \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t_c). \quad (3.32)$$

Рішенням цього рівняння є:

$$t_c = \frac{1}{\delta_n} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1 + \delta_p)} \right]. \quad (3.33)$$

Формула (3.33) описує тривалість торговельної сесії, а залежність (3.31) – зміну маси продукції у закладі торгівлі.

Перевагою викладеної моделі над відомими є розмежування втрат маси продукції між передреалізаційним зберіганням та безпосереднім продажом, що підвищує точність розрахунків.

### 3.3.2 Непостійна інтенсивність попиту

Нехай під час торговельного циклу інтенсивність попиту  $\lambda$  змінюється, швидкість поповнення продукції миттєва, 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 продукції з урахуванням залежності (3.23) описується неоднорідним лінійним диференційним рівнянням:

$$\frac{dg}{dt} + \delta_n \cdot g = -A \cdot (1 + \delta_p) \cdot e^{Bt}. \quad (3.34)$$

Для рішення рівняння (3.34) використано метод варіації довільної постійної. Згідно цього методу знайдено рішення однорідного рівняння:

$$\frac{dg}{dt} + \delta_n \cdot g = 0, \Rightarrow \int \frac{dg}{g} = -\delta_n \int dt, \Rightarrow \ln|g| = -\delta_n \cdot t + C, \Rightarrow g = C \cdot e^{-\delta_n t}, \quad (3.35)$$

де  $C$  – довільне дійсне число.

На основі припущення, що  $C = f(t)$  було підставлено рішення (3.35) в (3.34) та одержано:

$$\frac{C(t)}{dt} e^{-\delta_n t} - \delta_n C(t) e^{-\delta_n t} + \delta_n C(t) e^{-\delta_n t} = -A \cdot (1 + \delta_p) \cdot e^{Bt}. \quad (3.36)$$

Після перетворень маємо

$$\frac{C(t)}{dt} = -A \cdot (1 + \delta_p) \cdot e^{(B+\delta_n)t}. \quad (3.37)$$

В результаті інтегрування виразу (3.37) отримано:

$$C(t) = -A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} \cdot e^{(B + \delta_n)t} + C. \quad (3.38)$$

Загальне рішення неоднорідного диференційного рівняння має вид:

$$g = C(t) \cdot e^{-\delta_n t} = -A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} \cdot e^{B \cdot t} + C \cdot e^{-\delta_n t}. \quad (3.39)$$

В момент здійснення поставки ( $t_n$ ) вага продукції складає  $g_0$ , звідси:

$$C = e^{\delta_n t_n} \cdot \left( g_0 + A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} \cdot e^{B \cdot t_n} \right). \quad (3.40)$$

Після підстановки (3.40) в (3.39) одержано:

$$g = -A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} \cdot e^{B \cdot t} + \left( g_0 + A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} e^{B \cdot t_n} \right) \cdot e^{\delta_n (t_n - t)}. \quad (3.41)$$

Нехай в момент ( $t_k$ ) вся партія поставки буде реалізована, тоді  $g = 0$ , а рівняння (3.41) приймає вид:

$$0 = -A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} \cdot e^{B \cdot t_k} + \left( g_0 + A \cdot \frac{1 + \delta_p}{B + \delta_n} e^{B \cdot t_n} \right) \cdot e^{\delta_n (t_n - t_k)}. \quad (3.42)$$

Тоді час закінчення торгівельної сесії описує залежність:

$$t_k = \frac{1}{B + \delta_n} \cdot \ln \left( \frac{g_0 \cdot (B + \delta_n)}{A \cdot (1 + \delta_p)} \cdot e^{\delta_n t_n} + e^{(B + \delta_n) t_n} \right). \quad (3.43)$$

Залежність (3.42) визначає термін закінчення торгівельної сесії з урахуванням втрати маси партії поставки під час реалізації та передреалізаційного зберігання. Збільшення значень параметрів рівняння (3.42), окрім маси партії поставки, викликає зменшення часу закінчення торгівельної сесії (рис.3.2). Збільшення маси партії поставки – збільшує тривалість торгівельної сесії. При цьому на час закінчення торговельної сесії, а також на величину впливу значень інших параметрів на цей час визначає момент початку сесії протягом сезону продаж (рис. 3.3).

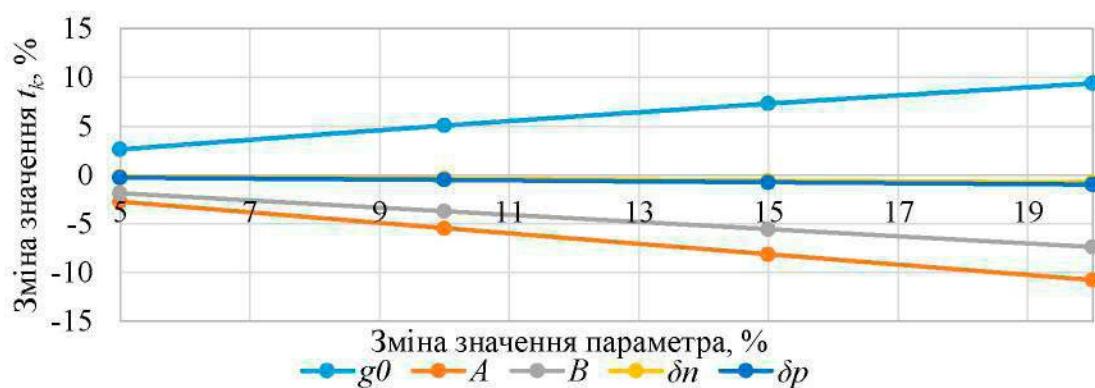


Рисунок 3.2 – Залежність зміни значення часу закінчення торгівельної сесії від зміни значень його параметрів при  $t_n = 1$  доба

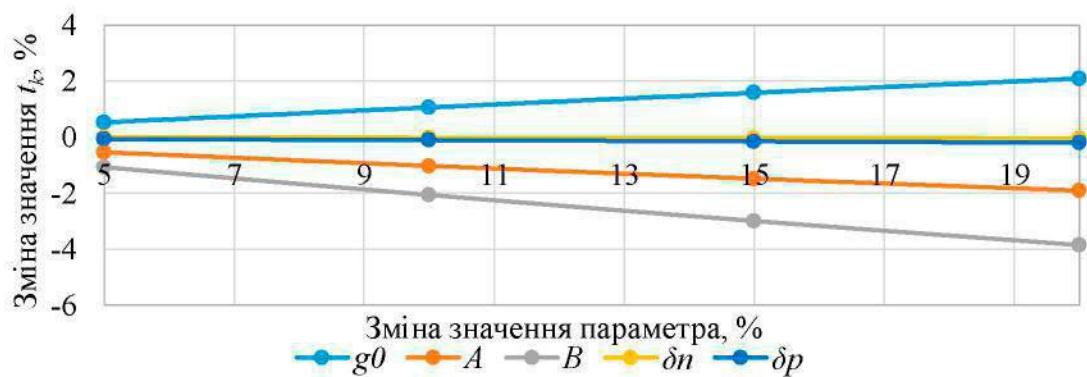


Рисунок 3.3 – Залежність зміни значення часу закінчення торгівельної сесії від зміни значень його параметрів при  $t_n = 20$  діб

Порівняння результатів розрахунків з початком торговельної сесії у першу та двадцяту добу свідчить, що вплив значень параметрів рівняння (3.43) на

кінцевий результат скоротився в діапазоні від 5% до 52%, зокрема:  $g_0$  на 22,2%,  $A$  – 17,7%,  $B$  – 52,0%,  $\delta_n$  – 5,2%,  $\delta_p$  – 20%. На момент початку торговельної сесії на 40 добу сезону продаж вплив значень параметрів на залежну змінну рівняння (3.43) у співставленні із початком у першу добу зменшується на порядок і становить:  $g_0$  - 2,7%,  $A$  – 1,9%,  $B$  – 9,0%,  $\delta_n$  – 0 %,  $\delta_p$  – 2%.

Аналізу впливу параметрів рівняння (3.43) на кінцевий результат свідчить, що при визначенні значень незалежних змінних необхідно забезпечити максимальну точність визначення у порядку вагомості її впливу: показника ступеня інтенсивності попиту ( $B$ ), коефіцієнта інтенсивності попиту ( $A$ ), маси партії поставки ( $g_0$ ) та показникам втрат ( $\delta_n$  і  $\delta_p$ ). Отже, тривалість торгівельної сесії визначається показниками функції інтенсивності попиту, часом та обсягом продукції, яка буде реалізована покупцям.

Одержані залежності (3.43) та (3.41) можна використовувати при плануванні реалізації швидкопусувної продукції з непостійною інтенсивністю попиту, зокрема для визначення часу початку виконання замовлення чергової партії поставки продукції.

### 3.4 Моделювання процесу перевезень баштанних культур

Перевезення баштанних культур включає такі основні процеси як переміщення вантажу у просторі, псування продукції та виконання вантажних робіт. Процес переміщення вантажу у просторі автотранспортними засобами визначають: дорожні умови, конструкційно-експлуатаційні характеристики автомобілів та автопоїздів, методи організації руху, технологічні та технічні норми, величина відправлення, фізико-хімічні властивості вантажу, економічні умови здійснення перевезень тощо. Сукупність цих факторів знаходить своє відображення у комплексному показнику собівартості перевезень. На її основі у конкретній економічній ситуації перевізник визначає власну можливість отримання доходу. У ринкових умовах діяльності при значній кількості конкурентів і різноманітності автотранспортних засобів на певних напрямах руху

формується рівноважний тариф на перевезення вантажу. Різниця між тарифною ставкою та собівартістю перевезень визначає дохід перевізника. Для замовника перевезень, при інших рівних умовах, важливим є тільки тариф на перевезення, оскільки він визначає вартість товару у місці доставки.

Аналіз науково обґрунтованих тарифів на автомобільні вантажні перевезення [40, 45, 46, 95] свідчить, що тарифну ставку визначають вантажопідйомність автомобіля та ступінь її використання, спеціалізація кузову і величина партії відправлення вантажу. Аналіз практичного досвіду встановлення тарифів на ринку перевезень в Україні за останні роки свідчить про використання простих методик розрахунку винагороди за виконану роботу. При цьому розрізняють міжміські та міські перевезення, а також враховують спеціалізацію автотранспортного засобу [96, 97]. Загальним фактором, який враховують ці методики, є вантажопідйомність автотранспортного засобу. Другим фактором, що визначає вартість транспортування для міжміських перевезень, є відстань, а для міських – час їх виконання.

Опрацювання статистичних даних стосовно середньої тарифної ставки на перевезення у міжміському сполученні вантажів критими автотранспортними засобами у 2013 році за найбільш характерними вантажопідйомностями дозволило отримати регресійну залежність тарифної ставки на один кілометр пробігу від вантажопідйомності автомобіля, що наведена на рис. 3.4.

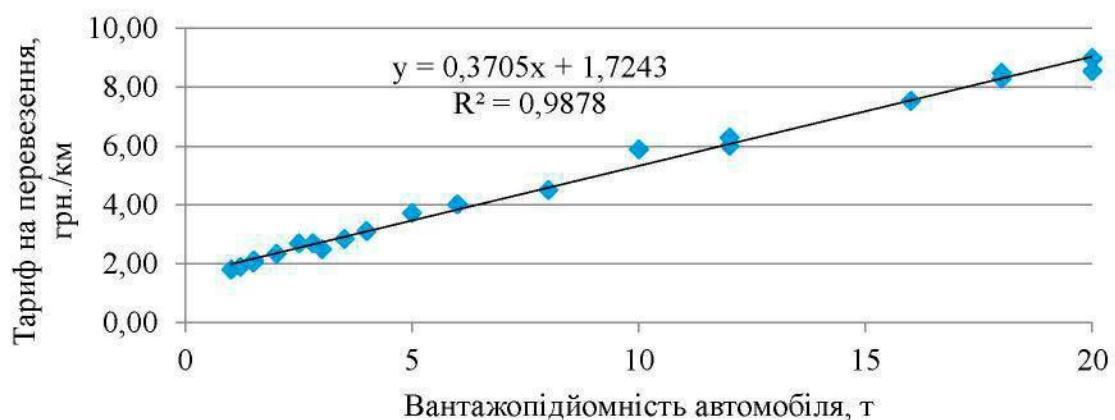


Рисунок 3.4 – Залежність величини тарифної ставки на перевезення у міжміському сполученні від вантажопідйомності автотранспортного засобу

Розраховане значення середньої похибки апроксимації 5,6 % свідчить про добре підібрану залежність (таблиця 3.2). Адекватність моделі перевірялась за допомогою критерію Фішера (F-статистика). Його значення у порівнянні з табличним для прийнятого рівня значимості 0,05 вказує, що рівняння регресії статистично надійне і може бути використане для подальших розрахунків. Оцінка точності модельних даних перевірялась на основі статистичної значимості параметрів парної регресії за критерієм Стьюдента (t-статистика). Співставлення оцінок коефіцієнтів регресії із табличним підтверджує їх статистичну значимість.

Таблиця 3.2 – Результати порівняння реальних і модельних даних

Показники	Значення	
	Регресія	Критичні
Середня похибка апроксимації, %	5,6	15
Коефіцієнт детермінації	0,9878	–
Критерій Фішера (рівень значимості – 0,05)	243,7	10,1
Критерій Стьюдента (рівень значимості – 0,05/2)		
- коефіцієнт 0,3705	15,6	4,18
- коефіцієнт 1,7243	7,1	4,18

На основі результатів дослідження тарифних ставок на вантажні перевезення у містах була встановлена залежність вартості використання однієї години роботи автомобіля від його вантажопідйомності (рис. 3.5).

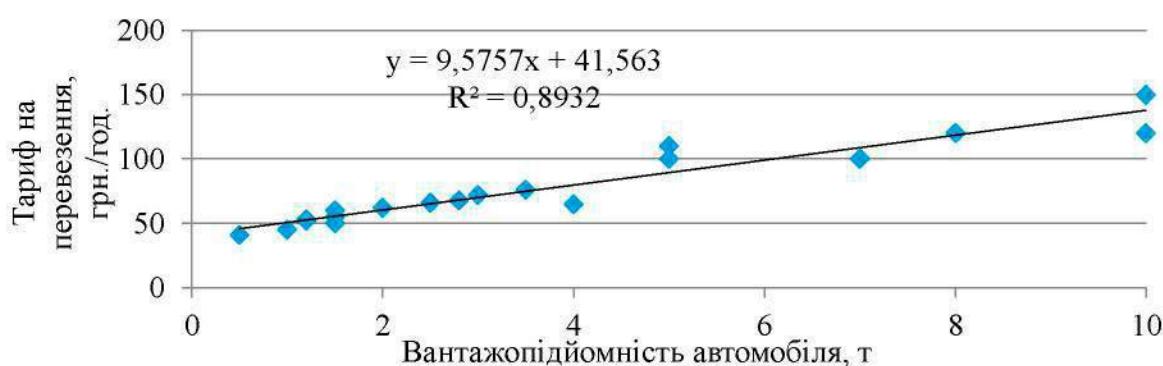


Рисунок 3.5 – Залежність величини тарифної ставки на перевезення у міському сполученні від вантажопідйомності автотранспортного засобу

При цьому частина перевізників накладають різні додаткові умови на мінімальний термін використання автомобіля та максимальний пробіг протягом доби. Результати порівняння реальних і модельних даних наведені у таблиці 3.3. Вони свідчать про статистичну надійність та значимість встановленої регресійної залежності.

Таблиця 3.3 – Результати порівняння реальних і модельних даних

Показники	Значення	
	Регресія	Критичні
Середня похибка апроксимації, %	9,8	15
Коефіцієнт детермінації	0,8932	–
Критерій Фішера (рівень значимості – 0,05)	83,6	5,0
Критерій Стьюдента (рівень значимості – 0,05/2)		
- коефіцієнт 9,5757	9,1	2,6
- коефіцієнт 41,563	8,0	2,6

Отже, величина тарифної ставки для автомобільних перевезень прямо пропорційна вантажопідйомноті автомобіля. При цьому, вартість перевезення для замовника транспортних послуг у міжміському сполученні має вираз:

$$B_{m3n} = (a_n + b_n \cdot q_n) \cdot L_c \text{ [грн.],} \quad (3.44)$$

а для міських:

$$B_{m3m} = (a_m + b_m \cdot q_m) \cdot T_m \text{ [грн.],} \quad (3.45)$$

де  $a_n$ ,  $b_n$ ,  $a_m$ ,  $b_m$  – емпіричні коефіцієнти міжміських та міських тарифних ставок відповідно;

$q_n$  та  $q_m$  – вантажопідйомність автотранспортних засобів, що виконують, відповідно, магістральні та міські перевезення, т;

$T_m$  – тривалість використання автомобіля, год.

У міжміському сполученні для перевезень баштанних культур раціонально завантажувати продукцію навалом (підрозділ 2.3). При цьому може бути застосована одна із трьох транспортно-технологічних схем [98 – 102]:

- насрізне перевезення від відправника до одержувача автомобілем з вантажопідйомністю наближеною до маси відправлення;
- насрізне перевезення збірної партії товару з розвезенням відправень по закладам торгівлі;
- перевезення із використанням перевантаження, коли доставку збірної партії вантажу до міста виконують великотоннажними автопоїздами з наступним перевантаженням продукції на автомобілів малої та середньої вантажопідйомностей для розвезення по закладам торгівлі.

Витрати замовника перевезення за насрізною схемою складають витрати на міжміські перевезення (3.44) і витрати на перевезення у місті (3.45). При цьому тривалість використання автомобіля у місті визначають відстань та швидкість перевезення, тривалість маневрування, техніко-технологічні аспекти виконання робіт з розвантаження і переваження партії відправлення. Для здійснення розрахунків тривалості виконання робіт використовують методики розрахунку [102 – 104], нормативи [95, 105, 106] і залежності [40, 107, 108]. Зокрема, середню відстань перевезень у місті при рівномірному розміщенні клієнтів по його території у формі кола описує залежність [108]:

$$l_{mn} = 0,376 \cdot \varphi \cdot \sqrt{S}, \quad (3.46)$$

де 0,376 – коефіцієнт моделі розміщення клієнтів по території міста;

$\varphi$  – коефіцієнт, що враховує непрямолінійність транспортної мережі та обмеження на рух автотранспорту;

$S$  – площа міста,  $\text{km}^2$ .

Тривалість заїзду у кожний пункт розвантаження з переваженням вантажу ( $t_{33}$ ) розраховували згідно нормативів наведених в [106]. Тривалість виконання вантажних робіт визначає залежність [95]:

$$t_{hp} = \begin{cases} \frac{13}{60}, & q_i \leq 1 \\ \frac{13 + 3 \cdot (q_i - 1)}{60}, & 1 < q_i \end{cases}, \text{ [год.]} \quad (3.47)$$

де  $q_i$  – вантажопідйомність автомобіля з яким виконують операції, т.

Тривалість використання автомобіля за даною схемою становить:

$$T_m = \frac{l_{mn}}{V_{mn}} + t_{hp} + t_{zz}, \quad (3.48)$$

де  $V_{mn}$  – швидкість руху автомобіля у місті, прийнята згідно з [106], км/год.

Вартість перевезення партії розраховується підстановкою значень отриманих за формулами (3.46) – (3.48) в (3.44), (3.45) та становить:

$$B_{m3l} = B_{m3n} + B_{m3m}. \quad (3.49)$$

Наскрізне перевезення збірної партії товару із подальшим розвезенням по закладам торгівлі описується формулами (3.44), (3.45), (3.47) та залежностями:

$$l_{mnp} = 0,376 \cdot \varphi \cdot \sqrt{S} \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{g_0}{q_n}} \cdot \left( \frac{q_n}{g_0} - 1 \right) \right), \quad (3.50)$$

$$T_m = \frac{l_{mnp}}{V_{mn}} + t_{hp} + t_{zz} \cdot \frac{q_n}{g_0}, \quad (3.51)$$

де  $g_0$  – маса однієї партії поставки зі збірної партії вантажу, т.

Вартість перевезення однієї поставки визначають підстановкою значень отриманих за формулами (3.47), (3.50), (3.51), в (3.44), (3.45) і розрахунком за виразом:

$$B_{m32} = \frac{(B_{m3n} + B_{m3m}) \cdot g_0}{q_n}. \quad (3.52)$$

Для опису схеми перевезення збірної партії вантажу з використанням для розвезення в місті автомобілів малої вантажопідйомності застосовують залежності (3.44), (3.45), (3.47) та формули:

$$l_{mnp} = 0,376 \cdot \varphi \cdot \sqrt{S} \cdot \left( 2 + \sqrt{\frac{g_0}{q_n}} \cdot \left( \frac{q_m}{g_0} - 1 \right) \right), \quad (3.53)$$

$$T_m = \left( \frac{l_{mnp}}{V_{mn}} + t_{33} \frac{q_m}{g_0} \right) \cdot \frac{q_n}{q_m} + 2 \cdot t_{nep, q_n}, \quad (3.54)$$

$$B_{nep} = b_{1m} \cdot q_n, \quad (3.55)$$

де  $t_{nep, q_n}$  – тривалість вантажних робіт з автомобілем вантажопідйомністю  $q_n$ , год.

$b_{1m}$  – вартість перевантаження 1 т продукції, грн/т;

$B_{nep}$  – вартість перевантаження продукції з одного транспортного засобу на інші, грн.

Тоді вартість перевезення однієї партії за цією схемою можливо визначити за формулою:

$$B_{m33} = \frac{(B_{m3n} + B_{m3m} + B_{nep}) \cdot g_0}{q_n}. \quad (3.56)$$

Оскільки інтенсивність споживання баштанних культур непостійна, то очікуємо, що маса партії замовлення продукції буде змінюватись із плином часу. Величина партії замовлення, при інших рівних умовах, визначає ефективну схему

перевезень. Припускаємо, що клієнт при замовленні чергової партії поставки продукції буде кожний раз вибирати раціональну схему перевезень, яка забезпечує найменші транспортні витрати. Тому для встановлення умов використання розглянутих схем перевезень були виконані розрахунки для типового перевезення за напрямом Херсонська область – м. Київ. При цьому були прийняті наступні умови, значення та припущення:

- $g_0, q_m, q_n$ ; - дійсні кратні числа;
- $g_0 \leq q_m \leq q_n$ ;
- $L_c = 500$  км,  $S = 350$  км<sup>2</sup>,  $(q_n/g_0) \leq 50$ .

Здійснені розрахунки параметрів організації перевезень за другою транспортно-технологічною свідчать, що значення витрат на перевезення вантажу визначаються величинами партії замовлення і збірної партії вантажу, яка чисельно дорівнює вантажопідйомності автомобіля (рис.3.6).

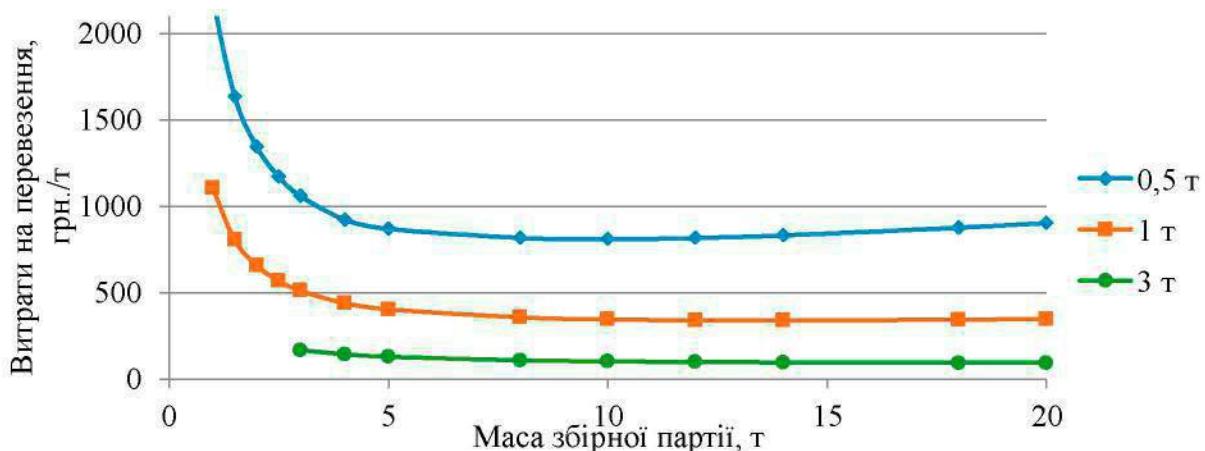


Рисунок 3.6 – Залежність витрат на перевезення 1 т вантажу від партії поставки і маси збірної партії

Взаємообумовленість мас партії поставки і збірного відправлення, що забезпечує мінімальні витрати на перевезення 1 т вантажу, дозволило встановити залежність, наведену на рис. 3.7.

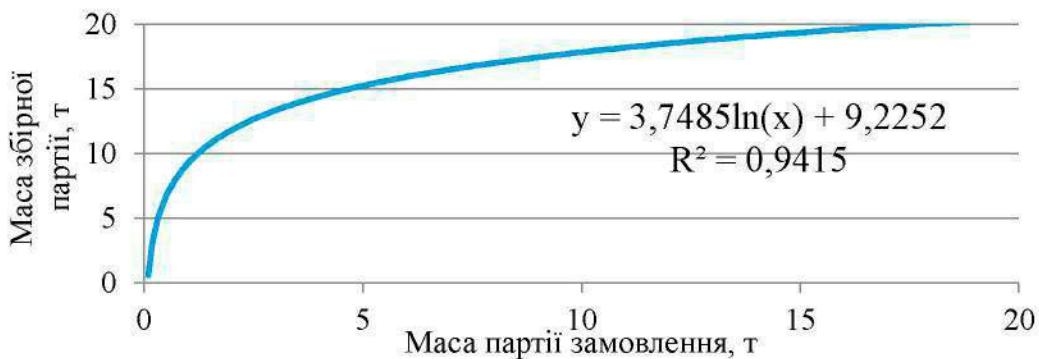


Рисунок 3.7 – Залежність оптимальної маси збірної партії від маси партії замовлення

Встановлені закономірності щодо зміни витрат в залежності від мас партій поставок і відправлень та їх взаємозалежності притаманні для третьої транспортно-технологічної схеми перевезень. Проте зв'язок між технологічними процесами і вартісною оцінкою є більш складним через використання автомобілів різних вантажопідйомностей. Аналіз результатів здійснених розрахунків дозволив встановити оптимальне співвідношення між партією поставки, масою збірного відправлення і вантажопідйомністю автомобіля, що використовується для перевезень у місті, що забезпечує мінімізацію витрат на здійснення перевезення (рис. 3.8).

Узагальнення результатів розрахунків дозволило встановити залежності, що наведені на рис. 3.9. Вони вказують на те, що при партіях закупок до трьох тон доцільно використовувати транспортно-технологічну схему з перевантаженням вантажу на автомобілі малої та середньої вантажопідйомності та наступним розвезенням замовникам. При більшій масі партії продукції необхідно надати перевагу наскрізному перевезенню збірної партії вантажу великотонажним автотранспортним засобом із подальшим розвезенням замовникам. Отже, раціональна стратегія організації перевезень полягає у комбінованому використанні двох транспортно-технологічних схем. Послідовне використання зазначених схем перевезень дозволило отримати залежність витрат коштів на перевезення від величини партії відправлення (рис. 3.10).

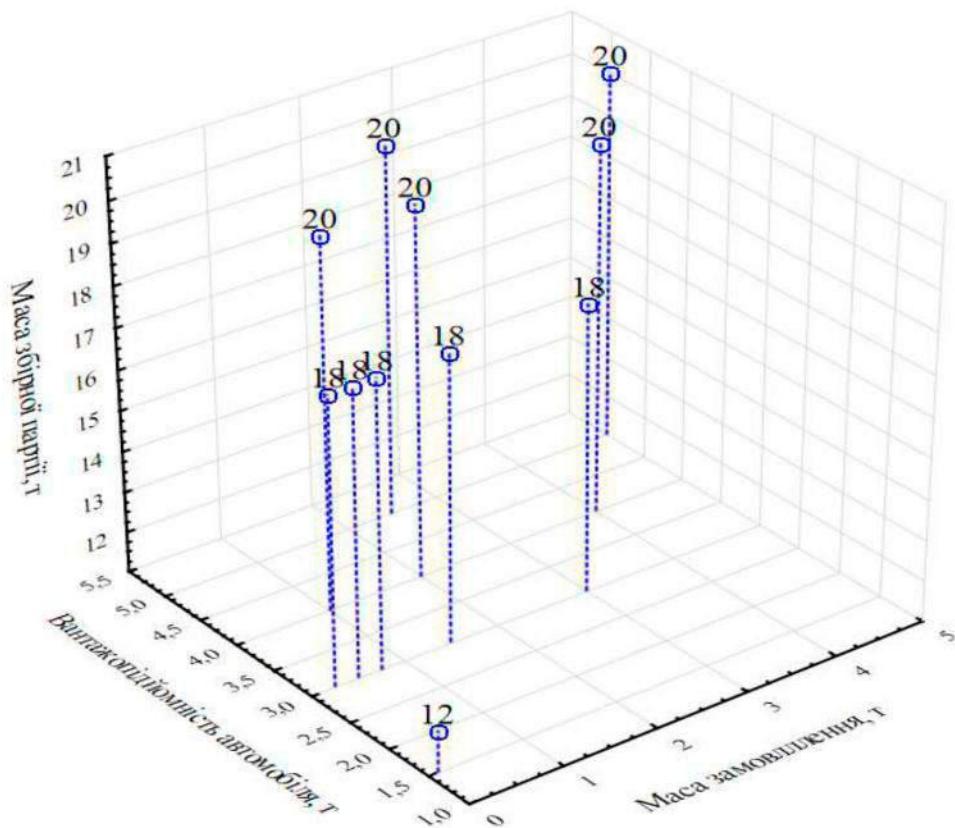


Рисунок 3.8 – Співвідношення між партією замовлення, масою збірного відправлення і вантажопідйомністю автомобіля

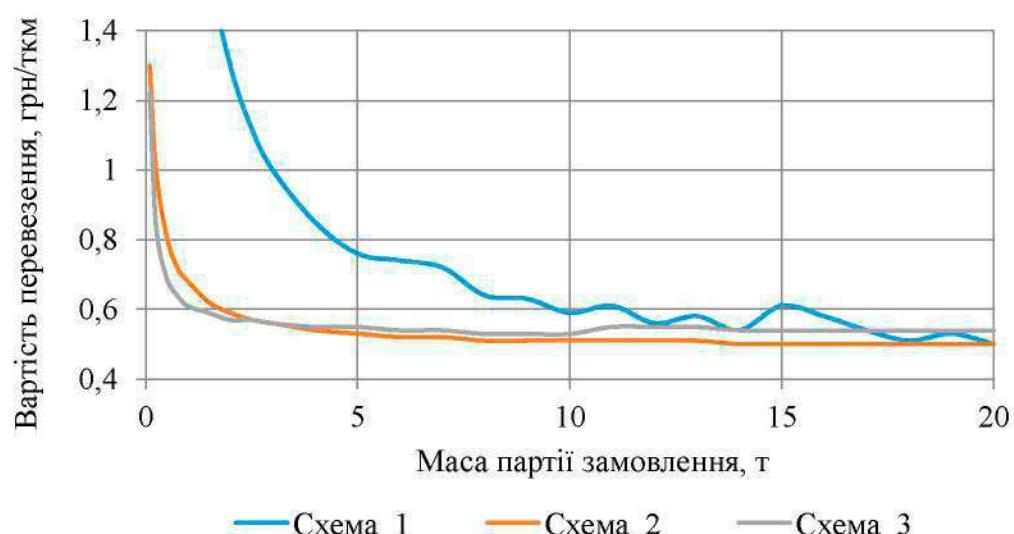


Рисунок 3.9 – Залежність вартості виконання 1 ткм перевезень від маси партії замовлення та транспортно-технологічної схеми

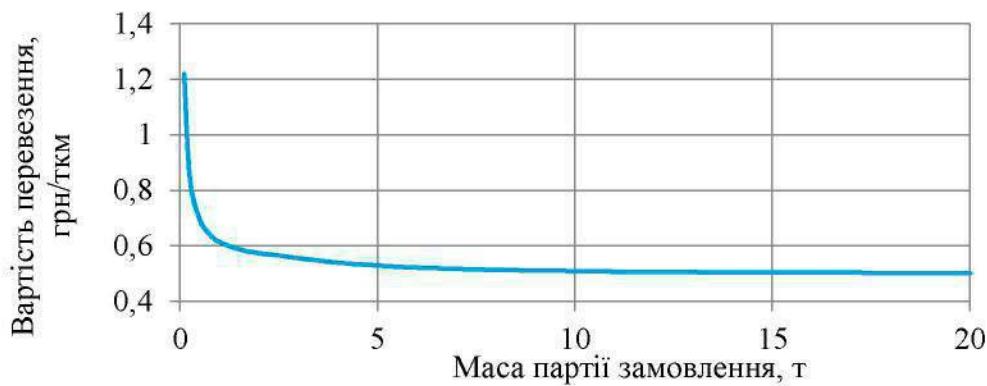


Рисунок 3.10 – Залежність вартості виконання 1 ткм перевезень від маси партії замовлення при використанні раціональних транспортно-технологічних схем

Як видно з рис. 3.10, залежність має гіперболічний характер і може бути описана формулами:

$$b_{1mkm} = \begin{cases} 0,4 + 0,26 \cdot g_0^{-0,438}, & g_0 \leq 3 \\ 0,4 + 0,3 \cdot g_0^{-0,362}, & g_0 > 3 \end{cases} \quad (R^2 = 0,969) \quad (3.57)$$

або

$$b_{1mkm} = 0,4 + 0,278 \cdot g_0^{-0,337}, \quad (R^2 = 0,965). \quad (3.58)$$

Тоді для визначення витрат на доставку продукції можна використовувати залежність:

$$B_{m3} = b_{1mkm} \cdot L \cdot g_{0n}, \quad (3.59)$$

де  $g_{0n}$  – маса продукції, що завантажена у кузов автомобіля до початку руху;

$L$  – пробіг автомобіля за рейс, км.

При здійсненні перевезень баштанних культур спостерігається часткова втрата продукції через псування. Так як цей процес за фізичним змістом подібний до процесу зберігання продукції (підрозділ 3.2) із додатковим незначним

динамічним ваговим навантаженням на продукцію викликаним механічними коливаннями при русі автомобіля, було прийнято, що динаміка зміни маси продукції описується залежністю подібною до (3.12) та має вид:

$$g_{0k} = g_{0n} \cdot e^{-\delta_m \cdot t_m}, \quad (3.60)$$

де  $\delta_m$  – коефіцієнт зміни маси;

$t_m$  – тривалість перевезення, доба.

Згідно нормативу [83] втрати при перевезенні автомобільним транспортом встановлені від відстані транспортування. Для їх урахування в залежності (3.25) тривалість перевезення визначалась за формулою:

$$t_m = \frac{L_c}{V_c}, \quad (3.61)$$

де  $V_c$  – середньодобова швидкість руху автотранспортного засобу, км/дoba.

Апроксимація нормативних даних [83] про величину втрат при перевезенні автомобілем-фургоном із швидкістю руху 50 км/год навантажених навалом кавунів дозволила встановити значення коефіцієнту  $\delta_m$  для кавунів та динь. Результати апроксимації наведені на рис. 3.11.

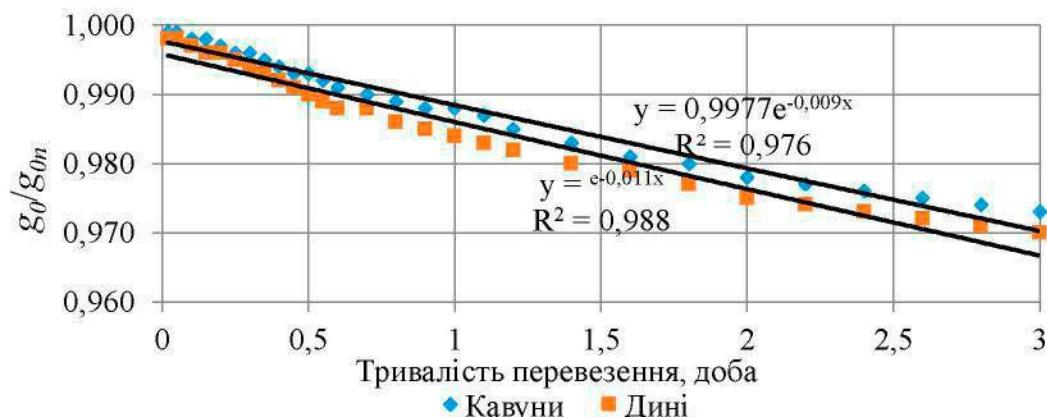


Рисунок 3.11 – Динаміка відносної втрати ваги відправлень кавунів і динь при перевезенні навалом у автомобілі з ізотермічним кузовом

Процес перевезення, крім переміщення вантажу, передбачає також виконання вантажних робіт. Витрати на вантажні роботи згідно [105] у залежності від способу виконання визначаються за формулою:

$$B_{ep} = g_{0n} \cdot b_{1m}^{\xi} \cdot n_{ep} + g_{0n} \cdot b_{3k} \cdot \eta_{\varphi}^{\xi} \cdot n_{ep}, \quad (3.62)$$

де  $b_{1m}^{\xi}$  – вартість навантаження однієї тони вантажу у залежності від способу виконання робіт ( $\xi$ ), грн/т;

$n_{ep}$  – кількість ван важких операцій, од.;

$\eta_{\varphi}^{\xi}$  – частка вантажу, що втрачається при вантажних операціях в залежності від способу виконання робіт ( $\xi$ );

$b_{3k}$  – вартість закупки однієї тони продукції, грн/т.

На основі залежностей (3.59 – 3.62) та з урахуванням того, що при перевезенні кавунів та динь навалом коефіцієнт статичного завантаження дорівнює одиниці, витрати на перевезення партії відправлення баштанних культур описує вираз:

$$B_{T3} = (a_{n0} + b_{n0} \cdot g_0^c) \cdot L \cdot g_{0n} + g_{0n} \cdot b_{3k} \cdot e^{-\delta_m t_m} + g_{0n} \cdot b_{1m}^{\xi} \cdot n_{ep} + g_{0n} \cdot b_{3k} \cdot \eta_{\varphi}^{\xi} \cdot n_{ep}, \quad (3.63)$$

де  $a_{n0}$ ,  $b_{n0}$ ,  $c$  – емпіричні коефіцієнти формул (3.57) і (3.58).

Встановлена залежність дозволяє визначати витрати замовника транспортних послуг не тільки на перевезення, а й враховувати втрати пов’язані з псуванням готової продукції.

### 3.5 Розробка математичної моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

У процесі «доставка – реалізація» баштанних культур приймають участь як правило декілька учасників. В залежності від укладених між ними договірних

умов можуть бути різні схеми розподілення витрат, пов'язаних із процесом доставки і реалізації. Розглянемо найбільш типовий випадок, де завантаження продукції проходить на полі за рахунок вантажовідправника, а витрати на перевезення та вивантаження товару у торгівельному закладі несе вантажоотримувач. При цьому припускаємо, що термін реалізації обсягу відправлення не перевищує терміну придатності продукції, витрати на закупку одиниці партії товару не залежать від її обсягу.

Нехай вартість тони баштанних культур становить  $b_{\text{зк}}$ , а величина партії відправлення –  $g_{0n}$  тон, вона споживається протягом часу  $t_i$  з інтенсивністю  $\lambda_i$  при наявності псування продукції під час перевезення, вантажних робіт та передреалізаційного зберігання. Тоді з урахуванням моменту купівлі партії поставки її вартість становитиме:

$$B_{\text{зк}} = g_{0n} \cdot b_{\text{зк}}. \quad (3.64)$$

Обсяг однієї поставки, що буде реалізований споживачам з урахуванням (3.12), (3.60) становитиме:

$$g_0 = g_{0n} \cdot e^{-\delta_m t_m} \cdot e^{-\delta_n t_c} \cdot e^{-\delta_p t_p} \cdot (1 - \eta_{ep}^{\xi} \cdot n_{ep}), \quad (3.65)$$

де  $t_c$  – тривалість торговельної сесії, доба;

$t_p$  – тривалість знаходження продукції на прилавку, доба.

Тривалість зберігання продукції під час торговельної сесії розраховують з урахуванням залежності (3.43) за виразом:

$$t_c = t_k - t_h. \quad (3.66)$$

Обсяг проданої продукції за час  $t_c$  також можливо визначити через інтенсивність попиту:

$$g_0 = \int_{t_n}^{t_k} \lambda \cdot dt. \quad (3.67)$$

З урахуванням залежності (3.23) було отримано:

$$g_0 = \int_{t_n}^{t_k} A \cdot e^{B \cdot t} \cdot dt = \frac{A}{B} \cdot (e^{B \cdot t_k} - e^{B \cdot t_n}). \quad (3.68)$$

Тоді  $g_0$  і  $g_{0n}$  пов'язані між собою відношенням:

$$g_{0n} = \frac{A \cdot (e^{B \cdot t_k} - e^{B \cdot t_n})}{B \cdot e^{-\delta_m t_m} \cdot e^{-\delta_n t_n} \cdot e^{-\delta_p t_p} \cdot (1 - \eta_{sp}^{\xi} \cdot n_{sp})}. \quad (3.69)$$

Витрати на реалізацію партії продукції складають видатки коштів на забезпечення продажу (заробітна платня, накладні видатки тощо). Якщо щоденно на прилавок торгового закладу надходить товар зі складу передреалізаційного зберігання ( $t_p = 1$  доба), то витрати на реалізацію партії товару становитимуть:

$$B_{pn} = g_0 \cdot b_p \cdot t_p, \quad (3.70)$$

де  $b_p$  – щодобові витрати реалізатора продукції, грн./(т $\times$ дoba).

Вартісну оцінку втрат товару через псування під час продажу можливо визначити за наближеною залежністю:

$$B_{pe} \approx g_0 \cdot b_{ek} \cdot (e^{\delta_p t_p} - 1), \quad (3.71)$$

де  $\delta_p$  – параметр втрат продукції при реалізації, 1/добра.

З урахуванням (3.70) і (3.71) загальні витрати при продажі становитимуть:

$$B_p = B_{36n} + B_{36e}. \quad (3.72)$$

Витрати на передреалізаційне зберігання партії товару складають видатки коштів безпосередньо на зберігання ( $B_{36n}$ ) та вартісна оцінка втрат товару через псування ( $B_{36e}$ ):

$$B_{36} = B_{36n} + B_{36e}. \quad (3.73)$$

Видатки коштів на зберігання і вартісна оцінка втрат товару через псування залежать від маси товару і тривалості його зберігання на складі. За геометричним змістом, вони визначаються площею фігури, що лежить у межах між графіком функції (3.41) і осями координат «маса товару» та «тривалість реалізації». Ця площа визначається інтегруванням виразу (3.41) у діапазоні від 0 до  $t$  днів. Результатом цієї операції є отримання складного виразу, що значно ускладнює виконання аналізу моделі процесу «доставка – реалізація» швидкопусувної продукції і не вправдовує підвищення точності розрахунку для баштанних культур. Тому замість функції зі слабо вираженою нелінійністю була прийнята лінійна залежність. Це дозволило записати прості вирази для визначення значень  $B_{36n}$ ,  $B_{36e}$  без суттєвої втрати точності:

$$B_{36n} \approx \frac{g_o \cdot t_c}{2} \cdot b_{36} \cdot e^{\delta_p t_p + \delta_n t_c}, \quad (3.74)$$

де  $t_c$  – тривалість знаходження продукції на складі в очікуванні реалізації, доба;  $b_{36}$  – вартість зберігання тони продукції протягом доби на складі, грн/(т×добра);

$$B_{36e} \approx \frac{g_o \cdot t_c}{2} \cdot b_{36} \cdot e^{\delta_p t_p + \delta_n t_c} \cdot (1 - e^{-\delta_n t_c}), \quad (3.75)$$

де  $\delta_n$  – параметр втрат продукції при передреалізаційному зберіганні, од./добра.

Відносна похибка результату одержаного за залежністю (3.74) має вид логарифмічної функції у межах від 2 до 20 днів зберігання продукції. При цьому для малих значень терміну зберігання абсолютне значення величини витрат є заниженим, а для великих – завищеним. Екстремальні значення відносної похибки спостерігаються на кінцях інтервалу часу зберігання. Вона залежить від обсягу партії поставки, інтенсивності попиту і за своєю величиною не перевищує 5 %.

Дохід, що буде отриманий реалізатором, становить:

$$\mathcal{D} = \int_{t_n}^{t_k} \lambda \cdot \Pi_p \cdot dt = \int_{t_n}^{t_k} A \cdot e^{Bt} \cdot a_1 \cdot e^{b_1 t} \cdot dt = \frac{A \cdot a_1}{B + b_1} \cdot [e^{(B+b_1)t_k} - e^{(B+b_1)t_n}] \quad (3.76)$$

Підстановка залежності (3.66) до (3.76) дозволяє отримати наступний вираз:

$$\mathcal{D} = \frac{A \cdot a_1}{B + b_1} \cdot e^{(B+b_1)t_n} \cdot (e^{(B+b_1)t_c} - 1) \quad (3.77)$$

Тоді очікуваний прибуток за торгову сесію становить:

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{A \cdot a_1}{B + b_1} \cdot e^{(B+b_1)t_n} \cdot (e^{(B+b_1)t_c} - 1) - (a_{n0} + b_{n0} \cdot g_0^c) \cdot L \cdot g_{0n} - \\ & - g_{0n} \cdot b_{3k} - g_{0n} \cdot b_{lm}^\xi \cdot n_{sp} - g_0 \cdot b_p \cdot t_p - \frac{g_o \cdot t_c}{2} \cdot b_{3b} \cdot e^{\delta_p \cdot t_p + \delta_n \cdot t_c} \end{aligned} \quad (3.78)$$

Аналіз рівняння (3.78) свідчить, що оптимальні значення тривалості торгової сесії та обсягу партії закупки визначають не тільки параметри зміни ціни та попиту, а й часу початку торговельної сесії.

Так як окремі залежності, що входять у рівняння (3.78), були встановлені на основі апроксимації даних спостережень то слід очікувати певної похибки результатів розрахунків. Найменший коефіцієнт детермінації із використаних

емпіричних залежностей становив 0,89 для визначення ціни реалізації продукції, яка в свою чергу була основою для визначення інтенсивності попиту з коефіцієнтом кореляції 0,93. Таким чином, похибку розрахунків за залежністю (3.78) можливо оцінити на рівні 18,8 %. На основі положення про те, що повна похибка не може перевищувати по своїй абсолютної величині суми абсолютнох величин всіх похибок складових моделі, то можлива максимальна похибка складає 34%. Тому придатність моделі прибутку від продажу кавунів для використання на практиці є обмеженою, але вона дозволяє встановити основні закономірності впливу параметрів незалежних змінних на показник ефективності процесу та складові витрат.

### 3.6 Аналіз результатів моделювання процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

Моделювання процесу «доставка – реалізація» баштанних культур виконували з метою встановлення закономірностей його функціонування.

Для досягнення цієї мети вирішували задачі:

- визначення величини впливу значення параметрів процесу на його ефективність;
- встановлення оптимальних значень обсягу партії поставки та часу її здійснення;
- дослідження впливу критерію оптимізації на ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур.

Процес моделювання складається з декількох етапів:

- на першому етапі задаються значення параметрів: залежності попиту від ціни реалізації продукції, псування продукції на різних етапах процесу, зміни ціни закупівлі та реалізації з плинном часу, транспортно-технологічної схеми та відстані перевезення;
- на другому етапі для заданої доби початку певної сесії з періоду сезону торгівлі шляхом варіювання значення маси партії поставки розраховують

очікувану тривалість сесії та значення показників ефективності процесу, максимальний із яких визначає оптимальну величину партії поставки та добу закінчення сесії;

– на третьому етапі за результатами одержаної послідовності сесій із оптимальними параметрами розраховують сумарні показники за сезон торгівлі (прибуток, обсяг реалізованого товару, калькуляцію витрат) та виконують візуалізацію результатів розрахунків.

Для дослідження впливу певного параметру на показник ефективності процесу змінюють його величину у межах допустимих значень. На основі аналізу отриманих результатів формулюють висновки.

В результаті розрахунків було встановлено, що оптимальне значення партії поставки баштанних культур змінюється протягом сезону продажу. При цьому різняться тривалості торгівельних сесій (рис. 3.9). Виявлено, що зростом інтенсивності попиту оптимальний обсяг поставки зростає, тобто інтенсивність попиту визначає оптимальний обсяг поставки. Крім цього, з'ясовано, що величина оптимальної партії поставки залежить від поточного часу сезону реалізації швидкопсувної продукції. Порівняння отриманого графіку залежності оптимальної партії поставки (рис. 3.12) із графіком залежності ціни реалізації від дня сезону (рис. 2.22) свідчить про їх обернений характер. Порівняння результатів значень розрахунків за двома критеріями визначення розмірів оптимальних партій поставок показує, що величина сумарного прибутку за сезон за критерію середньодобового прибутку є на 35,01 % більшою, ніж за критерію прибутку за сесію. При цьому за критерію середньодобового прибутку величина середньої оптимальної партії є на 49,40 % менша, а кількість відправлень на 95,00 % більша, ніж за критерію прибутку за сесію.

Більш складною, з точки зору аналітичного опису, є залежність визначення оптимальних термінів поставки (рис. 3.13). З урахуванням цього і взаємозалежності терміну поставки продукції з її обсягом оптимальні параметри доцільно розраховувати за варіюванням величини партії поставки.

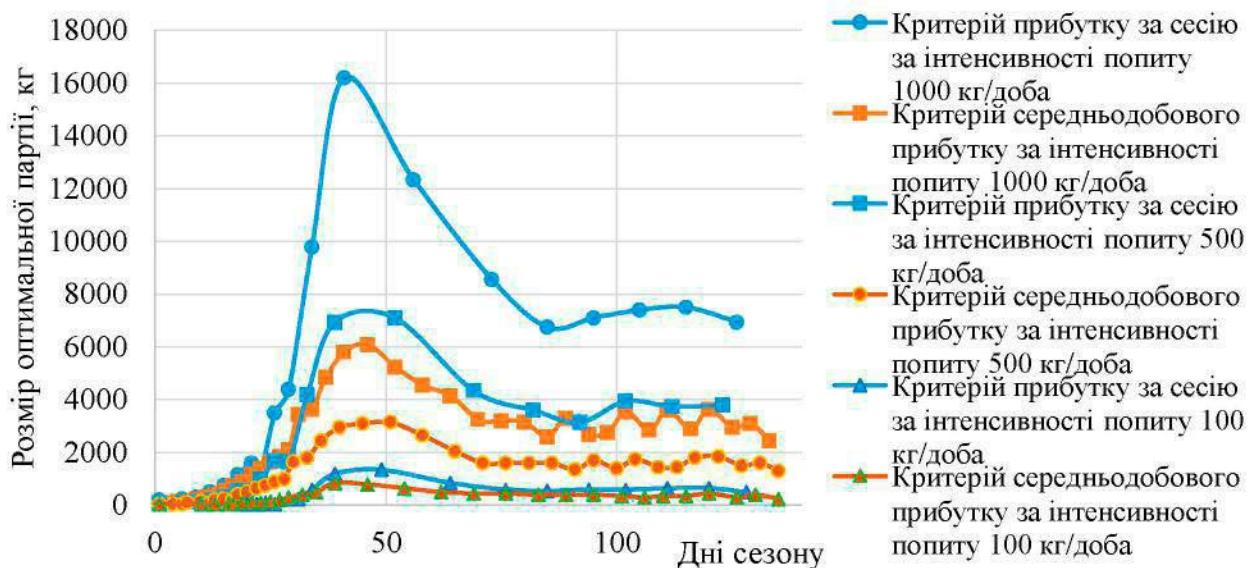


Рисунок 3.12 – Динаміка зміни оптимального обсягу партії замовлення протягом торгівельного сезону за різних значень інтенсивності попиту

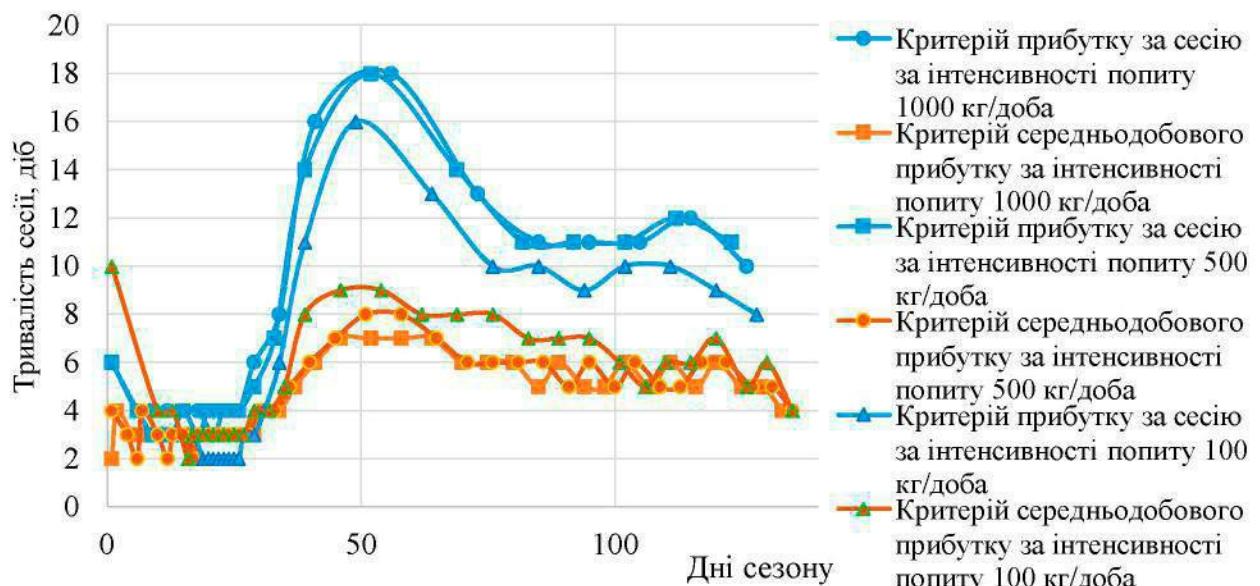


Рисунок 3.13 – Динаміка зміни тривалості сесій протягом торгівельного сезону для різних значень інтенсивності попиту

Розрахунки свідчать, що навіть при оптимальних параметрах поставки продукції при малих інтенсивностях попиту можливо отримати збитки (рис. 3.14). Прибутковості торгівельних сесій притаманний нестійкий коливальний характер із загальною тенденцією до зростання. При цьому доходи, витрати та прибуток змінюються майже по лінійній залежності від початку торговельної сесії до її

завершення (рис. 3.15). Підвищення витрат у перші дні торгової сесії пояснюються значним псуванням продукції та витратами на її зберігання, які визначаються величиною партії поставки та умовами зберігання. З плином часу ці втрати зменшуються. Падіння доходу пояснюється зменшенням ціни реалізації, що випереджає зростання попиту.

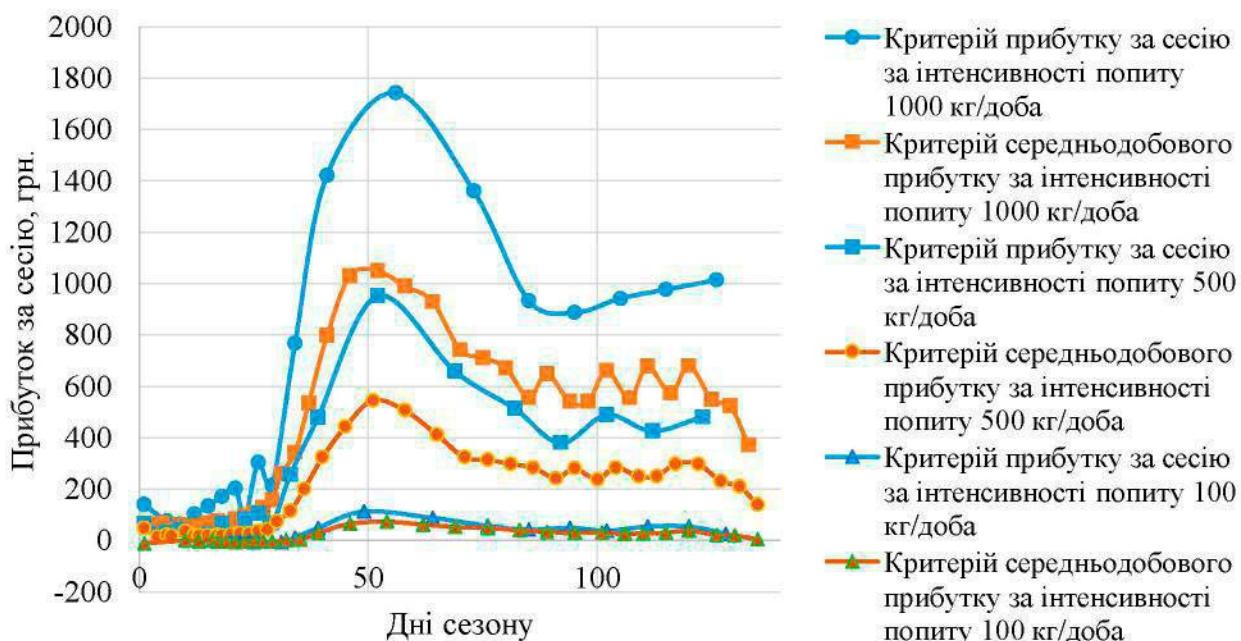


Рисунок 3.14 – Динаміка зміни прибутковості сесій протягом торгівельного сезону для різних значень інтенсивності попиту

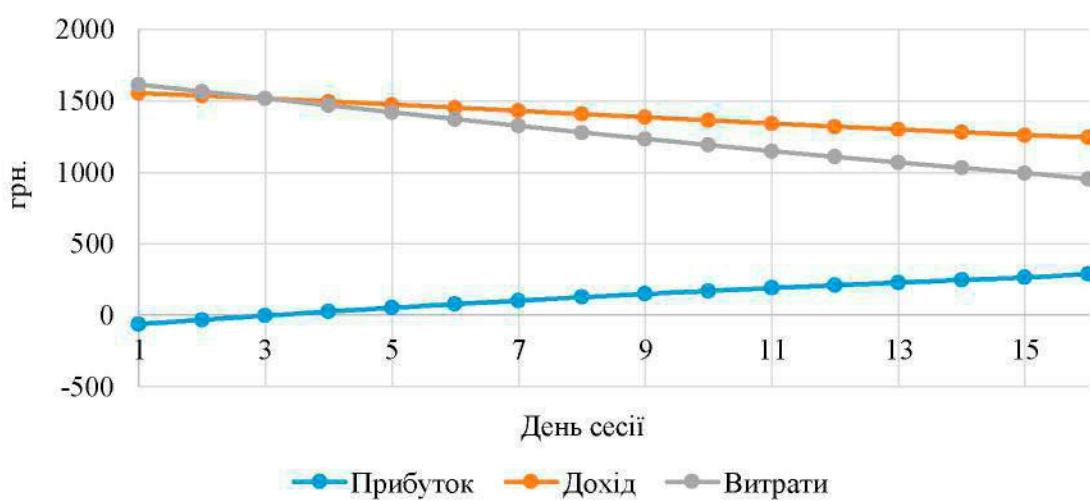


Рисунок 3.15 – Динаміка доходів, втрат та прибутку за днями торгівельної сесії (43 – 58 дні)

Встановлено, що найбільший вплив на величину оптимальної партії поставки здійснюють умови зберігання кавунів у сукупності з інтенсивністю їх споживання.

Величина прибутку в залежності від обсягу поставки має глобальний екстремум (рис. 3.16). Найбільш прибутковими є такі розміри поставки, що максимально наближені до показника сукупного попиту за торгову сесію. Графік функції прибутку поблизу точки максимуму має випуклий, доволі згладжений вигляд. Це дозволяє визначати оптимальну партію замовлення із врахуванням додаткових міркувань (зручна періодичність постачань, обмежена площа для зберігання продукції, вантажопідйомність автомобіля тощо) без суттєвого зменшення прибутку, а також використовувати більш прості наближені залежності для розрахунків.

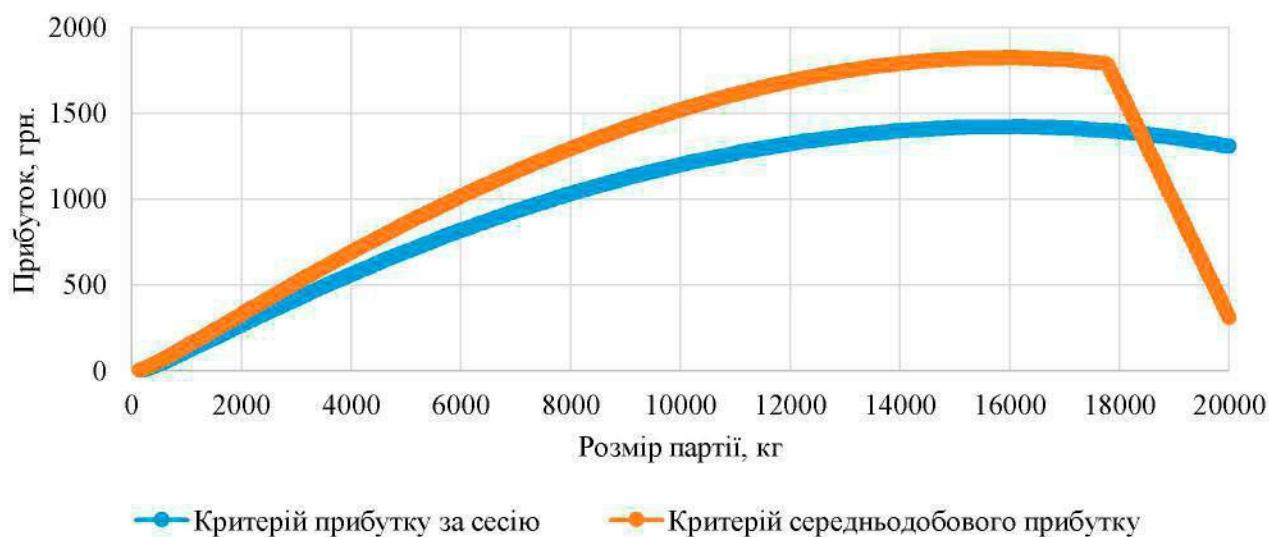


Рисунок 3.16 – Залежність величини прибутку від розміру партії поставки для найприбутковіших сесій за різними критеріями розрахунку

Аналіз структури втрат при сесіях із різним прибутком свідчить, що основними факторами є витрати на перевезення та реалізацію продукції (рис. 3.17). Частка витрат на перевезення в загальній сумі витрат зростає від 32,0 % у першому циклі продаж до 50,3 % в останньому, в основному за рахунок падіння закупівельної ціни продукції.

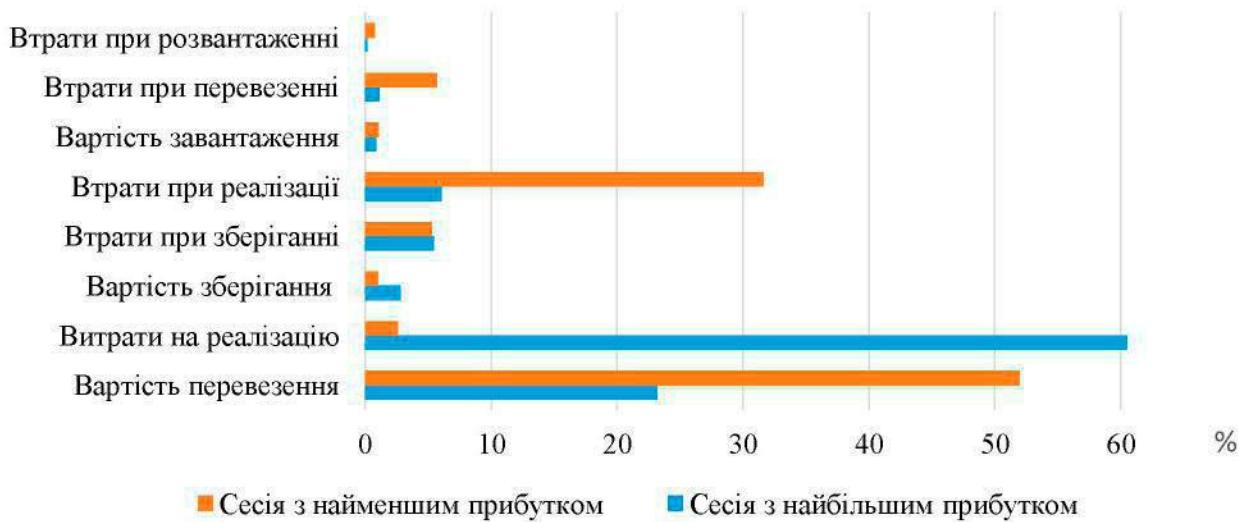


Рисунок 3.17 – Структура витрат сесій з різним рівнем прибутку

Для періоду сезону продаж від первого до сорокового дня величина доходу зменшується пропорційно збільшенню тривалості операцій закупівлі та доставки партії продукції (рис. 3.18). Її абсолютна величина визначається положенням на осі часу. Таким чином у перший період сезону продаж ( $1 \div 4$  доба) необхідно максимально скорочувати термін доставки продукції від продавця до реалізатора. В наступні періоди часу сезону торгівлі термін доставки продукції втрачає своє значення. Натомість факторами обмеження партії поставки є тривалість зберігання продукції, зростання величини втрат та витрат, пов’язаних з її зберіганням.

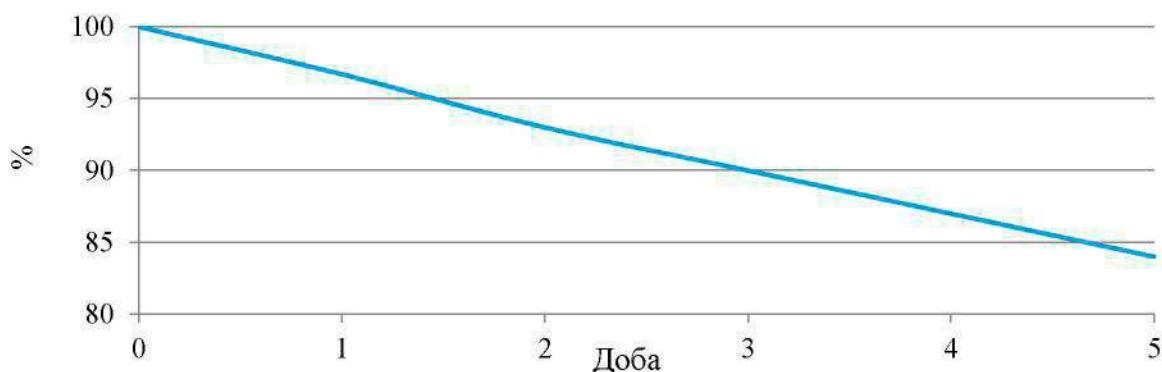


Рисунок 3.18 – Залежність зміни доходу від тривалості операцій закупівлі та доставки партії продукції ( $35 \div 40$  доба)

Недотримання спеціального температурного режиму зберігання продукції значно зменшує величину оптимальної партії поставки через процес прискореного псування. Відсутність належних умов зберігання кавунів підвищує важливість скорочення тривалості транспортування в ефективності процесу. Величина партії поставки без дотримання спеціального температурного режиму зменшується пропорційно максимальному терміну зберігання.

### 3.7 Висновки до розділу 3

1. Обґрунтовано критерій ефективності функціонування процесу «доставка – реалізація» баштанних культур як прибуток реалізатора за сезон продажу продукції та критерій оптимізації – «прибуток за сесію» і «середньодобовий прибуток за сесію».
2. Запропонована математична модель процесу зберігання баштанної продукції відображає той факт, що швидкість зменшення маси плоду пропорційна його поточній масі та температурі навколишнього середовища, адекватно описує результати одержані іншими дослідниками і дозволяє розширити межі зміни параметрів, що характерні для природних умов.
3. Описані процеси та розроблені відповідні математичні моделі динаміки зміни запасів з врахуванням псування та втрат продукції при стаціонарному і нестаціонарному попиті дозволяють прогнозувати тривалість торгівельних сесій для планування замовлень партій поставок продукції.
4. Аналіз вартості перевезень баштанних культур за різними технологічними схемами дозволив встановити, що оптимальна стратегія організації перевезень полягає в комбінованому використанні двох транспортно-технологічних схем доставки продукції. При партіях поставок розміром до трьох тон доцільно використовувати схему з перевантаженням збірної партії до автомобілів меншої вантажопідйомності, а за більшої маси поставки більш ефективною є наскрізна схема.

5. Розроблена модель функціонування процесу реалізації швидкопсувних продуктів, на відміну від інших відомих моделей, враховує тривалість транспортного процесу та тривалість продажу продукції в роздрібній мережі, втрати продукції на всіх етапах процесу, зміну вартості продукції із плином часу і надає можливість оцінювати ефективність управління процесом за критерієм середньодобового прибутку за одну поставку продукції.

6. Встановлено, що величина сумарного прибутку за сезон за критерію середньодобового прибутку є на 35,01 % більшою, ніж за критерію прибутку за сесію. При цьому за критерію середньодобового прибутку величина середньої оптимальної партії є на 49,4 % менша, а кількість відправлень на 95,0 % більша, ніж за критерію прибутку за сесію.

7. Встановлено, що нестационарний характер зміни попиту та ціни реалізації протягом торгівельного сезону визначає коливання величини оптимальної партії поставки продукції у значних межах. Величина прибутку в залежності від обсягу партії поставки має глобальний екстремум із графіком функції згладженого вигляду в області максимуму. Це дозволяє визначати оптимальну партію замовлення із врахуванням додаткових міркувань (зручна періодичність постачань, обмежена площа для зберігання продукції, вантажопідйомність автомобіля тощо) без суттєвого зменшення прибутку. Відхилення від раціональної маси партії поставки на 10 % викликає зміну прибутку біля 1,8 %.

## РОЗДІЛ 4

### ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ «ДОСТАВКА – РЕАЛІЗАЦІЯ» БАШТАННИХ КУЛЬТУР

#### 4.1 Розробка імітаційної моделі процесу

В результаті аналізу літературних джерел і теоретичних розробок була встановлена складність дослідження процесу «доставка – реалізація» швидкопсувної продукції аналітичними методами. Так, недоліком розробленої моделі є необхідність виконання розрахунків покроково для кожної партії закупки протягом сезону продаж. Крім того, запропонована модель не дозволяє оцінювати результати діяльності в умовах стохастичної зміни попиту. Тому для вирішення цієї та інших задач дослідження було використане динамічне програмування. Його основою є побудова імітаційної математичної моделі, яка дозволяє вирішувати задачі зі стохастичними і детермінованими вхідними параметрами. З огляду на те, що попит на баштанні культури прогнозується на окремі часові інтервали, було обрано дискретно-подійний метод моделювання. Використання даного методу є обґрунтованим для систем, значення змінних параметрів яких змінюються миттєво, коли параметр часу приймає нове значення. Тобто, кількість змін у системі обмежується кількістю заданих моментів часу.

Імітаційне моделювання має ряд переваг, найважливішими серед яких є забезпечення точного опису функціонування системи зі заданими значеннями вхідних параметрів, більш ефективний контроль за умовами здійснення експерименту, можливість порівняння альтернативних стратегій експлуатації системи. Головним недоліком імітаційного моделювання є те, що воно забезпечує оцінки дійсних характеристик моделі виключно за заданими вхідними параметрами, що унеможлилює отримання функціональних залежностей у явному вигляді. Основні підходи і концепції імітаційного моделювання представлені у роботах [109 – 112].

Аналіз моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур показує, що його ефективність визначається: інтенсивністю попиту і ціною продукції на початку сезону, показниками собівартості виконання операцій ланцюга постачань, зміною ціни протягом сезону. Тому показники цих характеристик були прийняті як постійні величини. Крім цього, на величину ефективності реалізації товару впливають обсяг поставок та інтенсивність попиту на продукцію. Тому показники цих характеристик були прийняті як незалежні змінні, а прибутковість реалізації товару – як залежна функція цих змінних.

Для забезпечення виконання критерію (3.1) достатнім є виконання рекурентної умови:

$$\Pi_j(t_{j-1}, g_j) = \Pi_j(t_{j-1}, g_j) - B_j(t_{j-1}, g_j) \rightarrow \max ; \quad (4.1)$$

$$t_0 = 0; \quad 0 < t_j \leq T; \quad 0 < g_j \leq g_{max}; \quad (4.2)$$

$$g_j^{opt}, \quad \tau_j^{opt}, \quad t_j = t_{j-1} + \tau_j^{opt}, \quad (4.3)$$

де  $g_{max}$  – максимальна маса партії поставки, т;

$T$  – тривалість сезону реалізації продукції, доба;

$g_j^{opt}$  – оптимальна партія поставки продукції в  $j$ -му періоді, т;

$\tau_j^{opt}$  – тривалість реалізації оптимальної партії поставки в  $j$ -му періоді, доба;

$t_j$  – час закінчення  $i$ -го періоду, доба.

Цільова функція (3.1) передбачає послідовну максимізацію прибутків за кожен черговий інтервал часу на основі принципу оптимальності Р. Белмана: для цільової функції рішення на всі інтервали, що залишилися повинні визначати оптимальну поведінку відносно стану, отриманого в результаті попереднього рішення, незалежно від раніше прийнятих рішень та початкового стану.

Для реалізації цього принципу був розроблений алгоритм імітаційної моделі, блок-схема якого наведена на рис. 4.1.

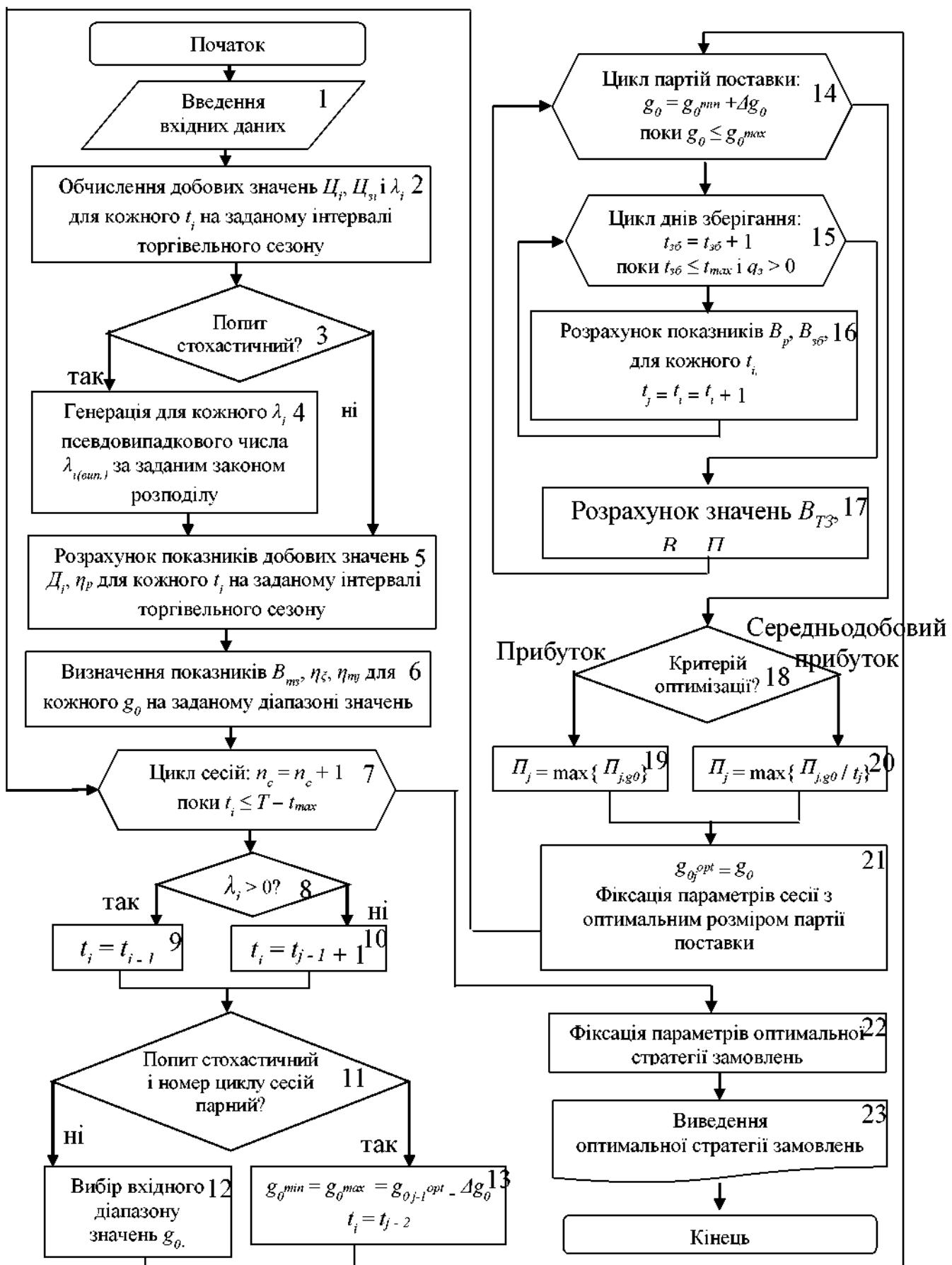


Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритму імітаційної моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур

Кожний багатокутник на схемі являє собою блок, що визначає при моделюванні окрему групу операцій, виконання яких дозволяє отримати очікуваний результат. Передача управління між блоками показана стрілками.

Введення вхідних даних, визначених запропонованою методикою, виконується блоком 1. До них відносяться діапазони значень тривалості торгівельного сезону і величин партій поставки, значення параметрів залежності реалізаційної ціни від дня торгівельного сезону (2.17), зміни попиту як функції ціни реалізації (2.13), втрат продукції через псування при виконанні операцій ланцюга постачання (3.12), витрат на реалізацію партії продукції (3.72), (3.73), обмеження терміну зберігання продукції. Оцінка вартості одиниці операції зберігання (грн./( $t \times$ дoba)), перевезення (грн./( $t \times$ км)), вантажних робіт (грн./ $t$ ), реалізації (грн./( $t \times$ дoba)) приймалась на основі середніх значень за цінами 2013 року. Показники найменшої роздрібної ціни продажу (грн./ $t$ ) та відношення роздрібної ціни до собівартості продукції були прийняті на основі статистичних даних 2013 року.

Далі (блок 2) відбувається розрахунок добових значень попиту, реалізаційної та закупівельної цін для кожного дня торгівельного сезону. У випадку, якщо попит заданий як стохастична величина з відомим законом розподілу (блоки 3, 4), відбувається генерація його псевдовипадкової величини для кожного дискретного значення. Після цього (блок 5) відбувається розрахунок добових значень доходу і реалізаційних втрат продукції. На основі введеного діапазону значень партії поставки визначаються показники вартості перевезення, продуктних втрат при транспортуванні та вантажних роботах дляожної партії (блок 6).

Далі (блок 7) починається цикл торгівельної сесії. При цьому, якщо попит в останній день попередньої торгівельної сесії реалізований не повністю, значення поточного дня сезону дорівнює дню закінчення попередньої сесії, а в іншому випадку – до нього додається одиниця (блоки 8 – 10). Якщо заданий попит є детермінованим, до розрахунків приймається кожне значення з діапазону партії поставки (блок 12). Якщо попит є стохастичним і порядковий номер сесії при

цьому є парним числом, у якості значень попиту приймаються псевдовипадкові числа, розраховані у блоці 4, за величину парій поставки приймається значення оптимальної партії за попередню сесію, а поточне значення дня торгівельного сезону приймається день початку попередньої сесії (блоки 11, 13).

Після цього починається цикл партій поставки (блок 14), для кожного значення якої відбувається розрахунок параметрів торгівельної сесії на основі циклу дня зберігання (блок 15). Протягом кожного дня реалізації розраховуються показники витрат на зберігання і реалізацію з огляду на наявні запаси і попит. (блок 16). Торгівельна сесія завершується за умови, якщо партія поставки була повністю вичерпана або минув максимально можливий термін зберігання продукції. При завершенні торгівельної сесії визначаються значення витрат на закупівлю і доставку продукції та сумарної величини прибутку, поточне значення дня торгівельного сезону приймається як час початку поточної торгівельної сесії (блок 17). Отримані значення параметрів фіксуються, після чого починається новий цикл партій поставки.

Коли діапазон значень партій поставки вичерпується, на основі прийнятого критерія оптимізації визначається значення оптимальної партії поставки за показником прибутковості (блоки 18 – 20). Потім фіксуються значення параметрів сесії за оптимальної партії поставки (блок 21), після чого починається новий цикл торгівельної сесії. Процес триває до тих пір, доки значення поточного дня торгівельного сезону не перевищить різниці тривалості торгівельного сезону і максимально допустимого терміну зберігання.

Після закінчення розрахунків фіксуються параметри стратегії замовлень на основі сесій з оптимальними значеннями партій поставки (блок 22) і виводяться результати (блок 23). У випадку зі стохастичним попитом оптимальна стратегія описується лише сесіями з парними порядковими номерами. Основними вихідними результатами розрахунку є значення показників обсягу партій поставки, часу розміщення замовлень, тривалості і прибутковості торгівельних сесій відповідно до заданого критерію оптимізації.

Для реалізації наведеного алгоритму розрахунку було розроблене комп’ютерне програмне забезпечення на мові програмування «Visual Basic.NET» [14]. Приклади розрахунків на імітаційній моделі наведені у додатку В.

#### 4.2 Дослідження на імітаційній моделі процесу

Попит на продукцію баштанництва залежить від багатьох факторів, таких як: економічний стан родин, роздрібна ціна товару, температура навколишнього середовища, день тижня, час доби тощо. Під дією цих факторів виникають коливання обсягу реалізації товару. Процес реалізації продукції, що складається з поодиноких актів придбання покупцями баштанних культур, являє собою масове явище і тому повинен мати закономірний характер. Результати статистичних спостережень це підтверджують (підрозділ 2.5). В зв’язку з цим виникає необхідність дослідження впливу стохастичності процесу на критерій ефективності ланцюга постачання. Результати відомих теоретичних досліджень [53, 54, 113] не відображають процесу, що розглядається, і тому запропоновані в них моделі та рішення не можуть бути використані без суттєвого уточнення. Однак, у цих роботах обґрунтована методична база рішення задачі, яка полягає у використанні імітаційного моделювання з використанням методу Монте-Карло.

Динаміка ціни протягом сезону продаж (рис.2.22 та рис.2.15) свідчить, що через півтора місяці з початку сезону і до його кінця спостерігається яскраво виражений процес попиту стохастичного характеру. Непрямим підтвердженням цього є низьке значення коефіцієнту детермінації формул (3.20) та (3.21). Тому цей період часу був досліджений на імітаційній моделі процесу «доставка-реалізація» баштанної продукції з використанням методу Монте-Карло.

В якості основної закономірності стохастичного попиту був прийнятий закон Релея, отриманий на основі обробки даних спостережень (підрозділ 2.5). Як відомо, найбільш несприятливі умови для функціонування систем масового обслуговування створює експоненціальний закон розподілу випадкових величин [40, 55, 114, 115]. Тому цей закон був використаний для оцінки результатів в

несприятливих умовах дії зовнішніх факторів, які можливо очікувати у процесі «доставка – реалізація» баштанної продукції.

Для отримання псевдовипадкових чисел, розподілених за експоненціальним законом використовували залежність [92]:

$$\varepsilon_i = -\frac{\ln(\xi_s)}{\lambda}, \quad (4.4)$$

де  $\lambda$  – параметр розподілу;

$\xi_s$  – число із послідовності рівномірно розподілених на інтервалі  $(0,1)$  псевдовипадкових чисел.

Для отримання псевдовипадкових чисел, розподілених за законом Релея використана формула [92]:

$$\varepsilon_i = \sigma \sqrt{-2 \cdot \ln(\xi_s)}, \quad (4.5)$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення.

Для отримання псевдовипадкових чисел рівномірно розподілених в інтервалі  $(0,1)$  використовувалась вбудована функція «Visual Basic.NET».

Моделювання детермінованого процесу засвідчило, що величина прибутку за сезон продажу залежить від прийнятого критерію оптимізації. Використання критерію середній добовий прибуток забезпечує отримання більшої величини прибутку за сезон продаж ніж оптимізація за критерієм прибуток за сесію. Для базового варіанту вхідних даних відносне збільшення прибутку за сезон становить 25,1 % (табл. 4.1). При цьому середня величина партії відправлення за сезон зменшується в 1,7 рази.

Для моделювання стохастичного процесу реалізації баштанних культур було прийняте припущення, що під дією багатьох факторів, процедур та закономірностей вхідні розподіли випадкових величин будуть трансформовані у вихідний розподіл, що описується нормальним законом. Тому для гарантованого встановлення генеральної середньої із ймовірністю 95 % обсяг вибірки визначали

за відомою залежністю [92 – 94] із відносною похибкою  $\varepsilon = 0,05 \%$ . Значення коефіцієнту варіації було прийнято із урахуванням використання вхідного показникового закону розподілу випадкової величини на рівні  $v = 1$ . Результат розрахунку вказав на необхідність виконання 1600 модельних експериментів.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунків на імітаційній моделі

Характеристика	Критерій оптимізації	Значення характеристик для попиту за законами		
		Детермінований	Розподіл Релея	Експоненційний розподіл
Середній прибуток за сезон, грн.	Прибуток за сесію	10566,66	8436,98	7124,30
	Середньодобовий прибуток	12819,27	12331,05	11824,48
Тривалість сезону, доба	Прибуток за сесію	129	126	127
	Середньодобовий прибуток	125	123	124
Середньодобовий прибуток, грн.	Прибуток за сесію	81,91	66,96	56,10
	Середньодобовий прибуток	102,55	100,25	95,36
Середня партія відправлення, кг	Прибуток за сесію	4430,95	4025,22	4526,97
	Середньодобовий прибуток	2600	2272,69	2315,50
Середньоквадратичне відхилення величини прибутку, грн.	Прибуток за сесію	–	1363,05	3153,39
	Середньодобовий прибуток	–	1025,09	1738,84
Мінімальне значення величини прибутку, грн.	Прибуток за сесію	–	3365,85	-3425,1
	Середньодобовий прибуток	–	8964,87	7616,47
Максимальне значення величини прибутку, грн.	Прибуток за сесію	–	12348,47	13529,51
	Середньодобовий прибуток	–	15428,93	16612,67

У результаті 2000 модельних експериментів із величиною попиту розподіленою за показниковим законом та законом Релея було встановлено, що математичний опис отриманих сукупностей вихідних даних не протирічить висунутій гіпотезі про нормальну розподіл при рівні значимості 95 %.

Результати розрахунків свідчать, що встановлені закономірності для детермінованого процесу також притаманні стохастичному процесу реалізації продукції.

Встановлено, що зростом стохастичності попиту величина прибутку за сезон зменшується в залежності від критерію оптимізації. При критерії оптимізації прибуток за сесію та розподіл попиту за законом Релея падіння величини прибутку за сезон становить 21,7 %, тоді як за показниковим законом – 41,5 %. Значне зменшення втрат величини прибутку за сезон, який можливо досягти за умови відсутності стохастичності процесу, забезпечує оптимізація за критерієм середньодобовий прибуток. Так при розподілі попиту за законом Релея втрати становлять всього 1,6 %, а за показниковим законом – 6,5 %. Зростання стохастичності процесу викликає збільшення діапазону можливих значень прибутку, яке для прийнятих даних становить 39,2 %.

Порівняння щільності розподілу величини прибутку, що змінюється за законом Релея, за сезон продажу за різними критеріями оптимізації наведено на рис.4.2.

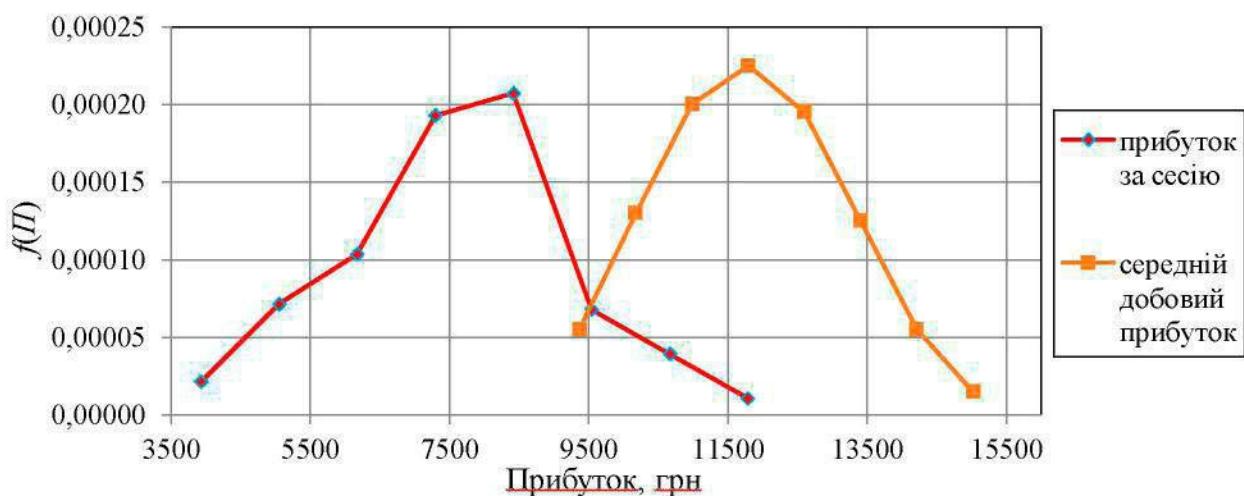


Рисунок 4.2 – Щільність розподілу величини прибутку, що змінюється за законом Релея, за сезон продажу за різними критеріями оптимізації

Динаміка накопичення прибутку (рис.4.3) вказує на значне зростання вагомості критерію «середньодобовий прибуток» по відношенню до критерію «прибуток за сесію» у періоди падіння попиту на продукцію та підвищеного рівня стохастичності процесу (рис. 2.22).

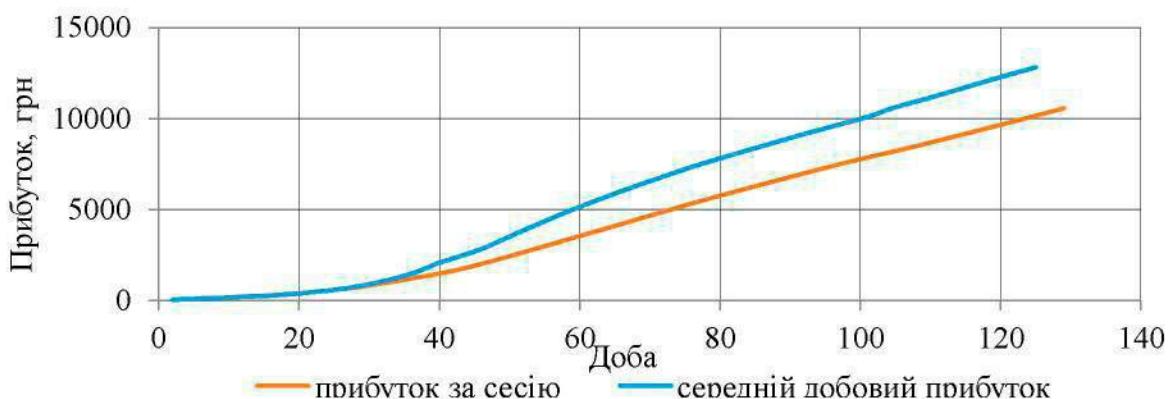


Рисунок 4.3 – Динаміка накопичення за різними критеріями оптимізації

Значний вплив на величину прибутку за сезон продажу здійснюють умови зберігання продукції (рис. 4.4) та її втрати при реалізації (рис.4.5).

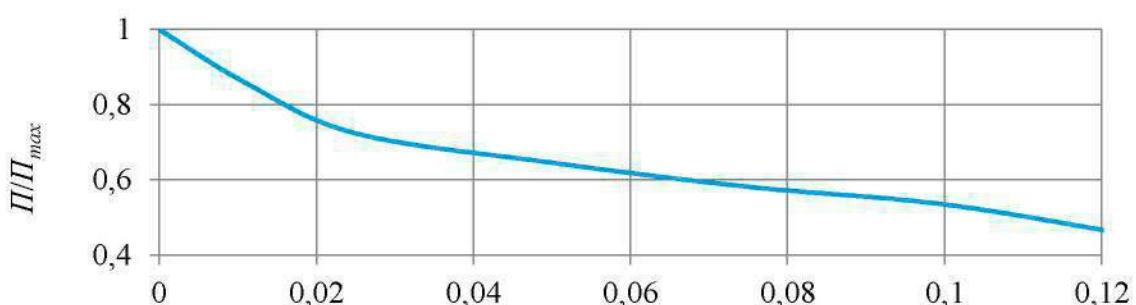


Рисунок 4.4 – Відносна зміна прибутку від параметру псування продукції

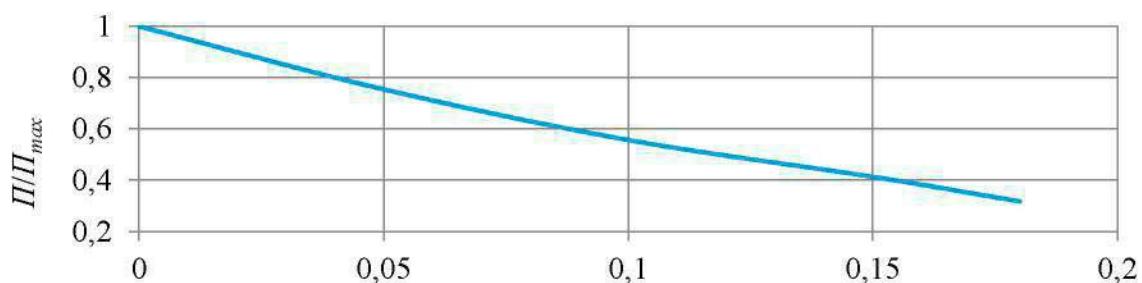


Рисунок 4.5 – Відносна зміна прибутку від параметру втрати продукції під час реалізації

Зі збільшенням відстані перевезень, при інших рівних умовах, зменшується прибуток та оптимальна величина партії поставки (рис. 4.6).

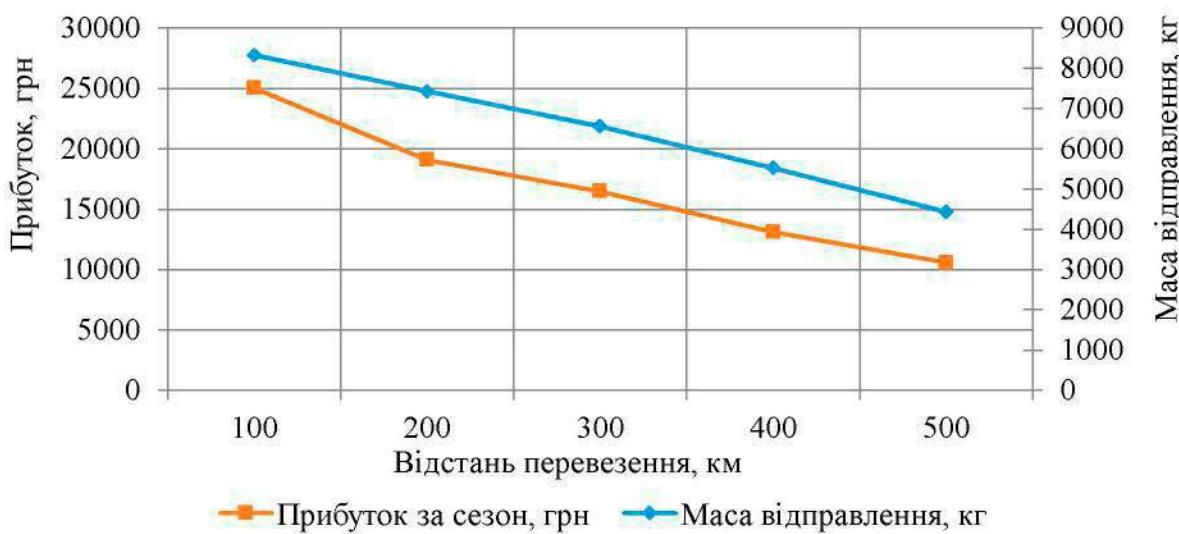


Рисунок 4.6 – Вплив відстані перевезень на величину прибутку за сезон продажу та середню масу відправлення

Таким чином, результати проведених досліджень на імітаційній моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур підтвердили закономірності зміни його параметрів, що спостерігаються на аналітичній моделі, перевагу оптимізації на основі максимізації середньодобового прибутку за сесію та виявили вплив стохастичності попиту на ефективність процесу.

#### 4.3 Визначення раціональної стратегії управління процесом

У теорії управління запасами розглядають два способи відслідковування рівнів запасів. За періодичного відслідковування рівня наявних запасів відомий лише у певних дискретних точках у часі. Це припущення приймається, коли, наприклад, рівень запасів перевіряється один раз на день, один раз на тиждень тощо. Багато комерційних систем контролю над запасами використовують безперервне відслідковування, за якого вважається, що стан запасів відомий у кожний момент часу. З огляду на процес реалізації баштанних культур доцільно

прийняти за основу системи контролю з безперервним відслідковуванням рівня запасів.

З теорії управління запасами відомо, що для багатьох систем зі звичайними запасами та безперервним відслідковуванням оптимально стратегією буде стратегія  $(g_{opt}, 0)$ , яка передбачає миттєву поставку партії продукції оптимальною вагою  $(g_{opt})$  при досягнені рівня запасів позначки 0.

Припустимо, що продукція має термін придатності  $t_{max}$ . Якщо тривалість реалізації партії продукції  $t \leq t_{max}$ , тоді не треба вносити жодних змін до стратегії. Вся продукція споживається попитом до закінчення терміну її придатності. Розглянемо випадок, де  $t > t_{max}$ , коли всі наявні запаси у момент часу  $t_{max}$  стають непридатними для споживання. У цьому випадку необхідно терміново робити чергове замовлення аби уникнути скорочення продажів. Очевидно, що у такій ситуації, зменшення розміру партії замовлення з  $g_{opt}$  до  $\lambda t_{max}$  виключає можливість прострочення продукції і зменшує витрати на утримання та не здійснює жодного ефекту на постійні витрати. Звідси, оптимальною стратегією є замовлення  $(g_{opt}, \lambda t_{max})$ .

Отже, модель економічного розміру замовлення дозволяє встановлювати таку партію поставки, що прострочення ніколи не відбувається. Цілком можливо припустити, що ця властивість даної оптимальної стратегії переноситься на всі детерміністичні задачі управління швидкопусувними запасами.

Оскільки у практичній діяльності миттєвого відновлення запасів не спостерігається, то необхідно мати певний запас продукції ( $z$ ) на час, що потрібний для відновлення рівня запасу до економічно обґрунтованої величини. Тоді оптимальною буде стратегія  $(g_{opt} \leq \lambda t_{max}, z)$ , тобто, коли рівень запасів досягає значення  $z$ , розміщується замовлення розміром  $g_{opt}$ .

Коли попит відомий, завжди можна знайти такий спосіб виконання замовлення, при якому виключаються прострочення. При цьому в теоретичних дослідженнях [54 – 58] розглядають моделі, що мають незмінну вартість операцій або стаціонарний попит. Для цих випадків встановлені прості розрахункові

залежності. Одночасна зміна калькуляції витрат та попиту не знайшла належного висвітлення у наукових працях.

Дослідження процесів управління запасами з нестационарним попитом вказують на те, що величина поставки повинна відповідати попиту майбутнього планового періоду. Більше того, оптимальною стратегією є розміщення замовлень тільки у моменти, коли початкова кількість запасів дорівнює нулю. Виходячи з цього результату, необхідно лише визначити періоди, у які слід робити замовлення, що значно спрощує розрахунки. Проте стратегія точних вимог не завжди може бути оптимальною, якщо припустити, що запаси мають властивість до псування.

Складність знаходження оптимальної стратегії управління запасами зростає при врахуванні стохастичної природи процесу споживання продукції. Виконані дослідження вказують на те, що замовлення слід робити лише у періоди, коли початкова кількість запасів дорівнює нулю. Тоді оптимальна стратегія повністю визначається знанням періодів, у яких робиться замовлення. Це, також, означає, що кожен розмір замовлення є сумою вимог для деякої множини майбутніх періодів (це також відомо, як стратегія точних вимог).

Так як форма оптимальної стратегії не відома, а прийнятий критерій оптимізації – «середньодобовий прибуток» – визначається тривалістю сесії, то видається раціональним розглянути стратегію  $(t_{opt}, z)$  у якості найкращої для управління швидкопсувними запасами.

Параметр  $z$  можна представити як різницю між необхідними рівнями запасів для задоволення попиту протягом торгової сесії і часом на здійснення доставки. Його значення можливо знайти з диференційних рівнянь, що описують процес реалізації продукції при стаціонарній (3.30) і нестационарній (3.41) інтенсивностях попиту, або як прогнозовану величину попиту за залежністю (3.68). З огляду на меншу кількість вхідних параметрів і складність розрахунку, найбільш прийнятною є залежність виду (3.68). Із врахуванням витрат на зберігання залежність для розрахунку  $z$  має вид:

$$z = \begin{cases} e^{t_m(\delta_p + \delta_n)} \cdot \lambda \cdot t_m, & \lambda = const; \\ e^{t_m(\delta_p + \delta_n)} \cdot \int_{t_k - t_m}^{t_k} A \cdot e^{Bt} dt = \frac{A}{B} \cdot e^{B(t_k + t_m)(\delta_p + \delta_n)} \cdot (1 - e^{-B(t_m)}), & \lambda = A \cdot e^{Bt}. \end{cases} \quad (4.6)$$

Визначення оптимального значення тривалості чергової сесії на основі критерію ефективності (3.78) викликає необхідність рішення трансцендентного рівняння або рішення методом підбору параметру.

Для аналітичного рішення наближеного до оптимального введемо ряд спрощень. Зокрема вартість перевезення однієї тони вантажу ( $b_{n1m}$ ) на відстань 500 км може бути апроксимована залежністю:

$$b_{n1m} = 210 + 54,7 \cdot g_{0n}^{-1,12}, \quad (R^2 = 0,942). \quad (4.7)$$

З урахуванням залежності (4.7) приймемо, що витрати на перевезення партії вантажу описує вираз:

$$B_{m3} = a_{mp} g_{0n} + b_{mp}. \quad (4.8)$$

Витрати на закупівлю партії товару представимо у виді:

$$B_{3k} = a_1 \cdot e^{b_1 t_k} g_0 \cdot m. \quad (4.9)$$

де  $m$  – коефіцієнт, що враховує втрату маси вантажу під час виконання логістичних операцій, визначається залежністю (3.65).

Тоді після підстановки (4.8) та (4.9) у (3.78) і заміни  $g_0$  залежністю (3.68) з наступним диференціюванням функціоналу (3.78) та прирівнюванням одержаного виразу до нуля маємо рівняння:

$$A \cdot e^{B(t_n+t)} \cdot \left[ a_1 \cdot e^{b_1 t_n} (e^{b_1 t} - m) - \left( b_{lm}^{\xi} \cdot n_{ep} + a_{mp} + b_p \cdot t_p \right) - \frac{b_{36}}{2 \cdot B} (B \cdot t + 1 - e^{-B \cdot t}) \right] = 0. \quad (4.10)$$

Обмежимося квадратичним розкладом виразу [93]:

$$e^{b_1 t} - 1 = b_1 \cdot t + \frac{b_1^2 \cdot t^2}{2}. \quad (4.11)$$

Тоді рівність (4.10) досягається підстановкою значення  $t$ , яке одержують у результаті рішення квадратного рівняння:

$$t^2 + \frac{2 \cdot a_1 \cdot e^{b_1 t_n} \cdot b_1 - b_{36}}{a_1 \cdot e^{b_1 t_n} \cdot b_1} \cdot t + \frac{2}{b_1^2} \left( 1 - m - \frac{b_{lm}^{\xi} \cdot n_{ep} + a_{mp} + b_p \cdot t_p}{a_1 \cdot e^{b_1 t_n}} - \frac{b_{36}}{2 \cdot B \cdot a_1 \cdot e^{b_1 t_n}} (1 - e^{-B \cdot t}) \right) = 0. \quad (4.12)$$

Виконані розрахунки свідчать про значну чутливість рішення до адекватності опису динаміки попиту на товар та його ціну.. Аналіз результатів розрахунків (табл. 4.1) свідчить, що відхилення значень аналітичного розрахунку попиту від статистичних даних зростає із наближенням до кінця періоду часу який розглядають. Цим пояснюється тенденція до зменшення оптимальної тривалості сесії.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку оптимальної тривалості сесії

Показники	Оптимальна тривалість торгової сесії, діб						
	1	5	10	15	20	25	30
Доба початку сесії	1	5	10	15	20	25	30
Аналітична модель	4,4	4,2	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0
Імітаційна модель з критерієм:							
- прибуток за сесію	6	5	6	6	5	6	7
- середній добовий прибуток	2	2	3	2	2	2	3

Крім цього встановлено, що подальше зменшення рівня детермінації опису динамік незалежних змінних викликає отримання неприйнятних результатів. Для

пояснення різниці в оптимальних значеннях тривалості торговоельної сесії, отриманих за різними критеріями ефективності, розглянемо процес закупівлі та беззбиткової реалізації продукції в умовах спадної функції ціни (рис. 4.7).

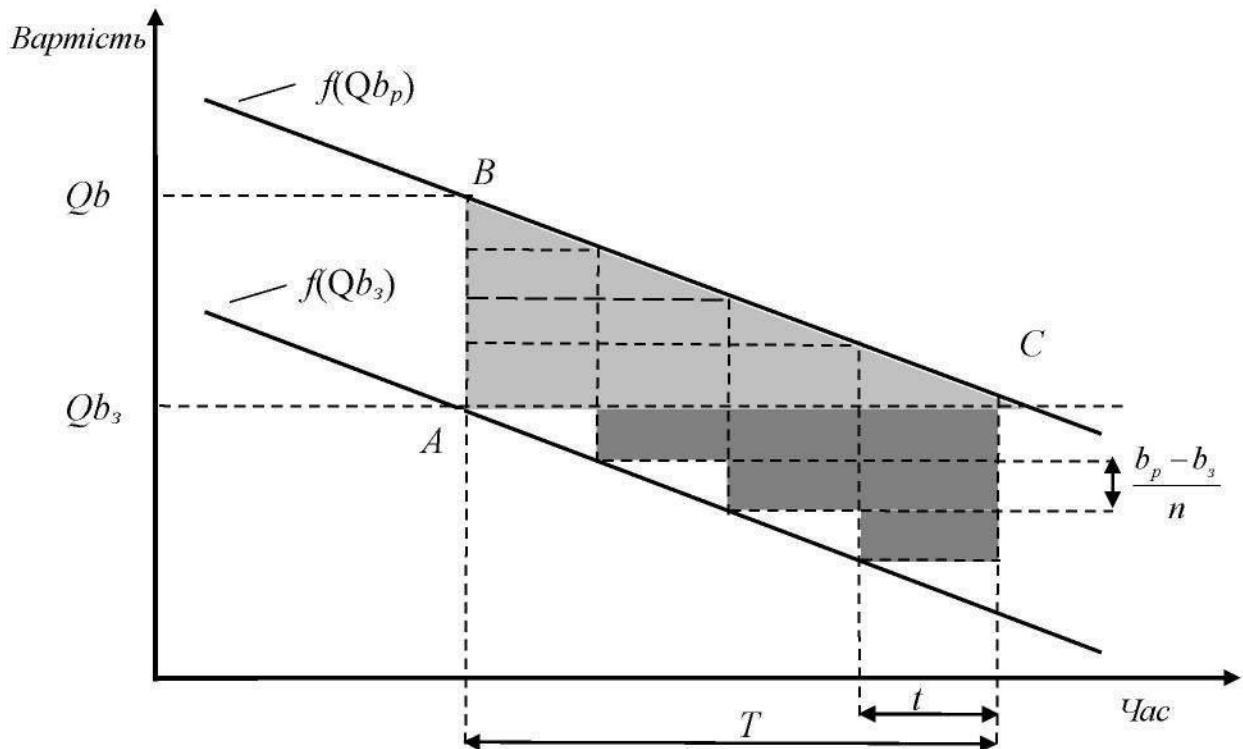


Рисунок 4.7 – Зміна прибутку від кількості замовлень протягом періоду часу  $T$

Нехай відомо, що за період часу  $T$  можна реалізувати фіксований обсяг продукції  $Q$ . Торговий заклад закуповує повний обсяг продукції за ціною  $b_3$  за одиницю товару, який реалізує за ціною  $b_p$  за одиницю товару. Обсяг продажів розподілений рівномірно у часі. Ціна реалізації  $I(t)$  описується спадною лінійною залежністю, при цьому для  $t = 0$ :  $I(t) = b_p$ , а для  $t = T$ :  $I(t) = b_3$ . Тоді виручка від реалізації одиниці продукції становитиме: для  $t = 0$ :  $p = b_p - b_3$ , а для  $t = T$ :  $p = 0$ . Таким чином, залежність зміни виручки від часу реалізації визначається:

$$p = b_p - b_3 - \frac{(b_p - b_3) \cdot t}{T}. \quad (4.13)$$

Тоді виручка від реалізації одиниці продукції за період часу  $T$  становитиме:

$$P_{\Sigma} = \int_0^T P(t) dt . \quad (4.14)$$

Після підстановки (4.13) у (4.14) отримуємо:

$$P_{\Sigma} = \frac{(b_p - b_s) \cdot T}{2} . \quad (4.15)$$

Геометричний зміст цього результату описується площею трикутника  $\Delta ABC$  (рис. 4.7).

Середнє значення виручки за час  $T$  складає:

$$P_C = \frac{P_{\Sigma}}{T} , \quad (4.16)$$

а виручка від продажу  $Q$  одиниць товару становить:

$$B = P_C \cdot Q . \quad (4.17)$$

Після підстановки у (4.17) виразів (4.15) і (4.16) одержано:

$$B = \frac{(b_p - b_s)}{2} \cdot Q . \quad (4.18)$$

Припустимо, що замість разової закупівлі продукції торгівельний заклад може здійснювати закупівлю  $n$  разів за період  $T$ . Приймемо, що закупівельна і реалізаційна ціни описуються паралельними спадними лінійними залежностями. Нехай торгівельний заклад здійснює закупівлю двічі: на початку і у середині періоду  $T$ . У цьому випадку, виручка на початку періоду складе  $\Delta b = b_p - b_s$ , а у

середині періоду:  $\Delta b - 0,5 \cdot \Delta b$ . Середня виручка від продажу одиниці товару за період  $T / 2$  становитиме:

$$P_C = \frac{\Delta b + \Delta b - 0,5 \cdot \Delta b}{2} = \frac{3}{4} \cdot \Delta b. \quad (4.19)$$

З рис. 4.7 видно, що і у другій половині періоду  $T$  середня виручка від продажу одиниці продукції не змінюється. Результати впливу кількості закупівель на величину середньої виручки наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Зміна величини середньої виручки від продажу одиниці товару від кількості закупівель.

Кількість закупівель	Кількість закупівель		Середня виручка за період $T$
	початок сесії	кінець сесії	
2	$\Delta b$	$\Delta b = \Delta b - \frac{\Delta b}{2}$	$\frac{3}{4} \cdot \Delta b$
3	$\Delta b$	$\Delta b = \Delta b - \frac{\Delta b}{3}$	$\frac{5}{6} \cdot \Delta b$
4	$\Delta b$	$\Delta b = \Delta b - \frac{\Delta b}{4}$	$\frac{7}{8} \cdot \Delta b$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$n$	$\Delta b$	$\left(1 - \frac{1}{n}\right) \cdot \Delta b$	$\frac{2 \cdot n - 1}{2 \cdot n} \cdot \Delta b$

У загальному випадку, при здійсненні  $n$  закупівель протягом періоду  $T$  виручка становитиме:

$$B_n = \frac{Q \cdot \Delta b \cdot (2 \cdot n - 1)}{2 \cdot n}. \quad (4.20)$$

Тоді приріст виручки за рахунок збільшення закупівель визначається залежністю:

$$\Delta B = \frac{Q \cdot \Delta b \cdot (2 \cdot n - 1)}{2 \cdot n} - \frac{Q \cdot \Delta b}{2} = \frac{Q \cdot \Delta b}{2} - \left(1 - \frac{1}{n}\right). \quad (4.21)$$

Даний результат можна отримати шляхом розрахунку площі ступінчастої трапеції нижче відрізка  $AC$  (рис. 4.7):

$$\Delta B = \frac{Q}{T} \cdot \frac{b_p - b_s}{n} \cdot \frac{t \cdot n \cdot (n-1)}{2}, \quad (4.22)$$

$$n = \frac{T}{t}. \quad (4.23)$$

Сумарна виручка в залежності від кількості поставок за період часу  $T$  за лінійної спадної або зростаючої функції визначається за виразом:

$$B \pm \Delta B = \frac{Q \cdot (b_p - b_s)}{2} \cdot \left(1 \pm \left(1 - \frac{1}{n}\right)\right). \quad (4.24)$$

У виразі (4.24) знак «+» відноситься до спадної функції ціни продажу, а «-» – до зростаючої. При одній поставці за весь період залежність (4.24) приймає вид (4.20). Із формулі (4.24) видно, що максимальний прибуток при спадаючій функції продажу досягається при двох поставках за період, що розглядається. Якщо функція ціни зростаюча, то оптимальною є одноразова закупівля товару.

Розглянемо задачу оптимізації параметрів управління запасами товару за умови пропорційно спадаючих функцій реалізаційної і закупівельної цін. Нехай  $Q = g \cdot n$ . В цьому випадку максимізації потребує функціонал:

$$\frac{Q \cdot (b_p - b_s)}{2} \cdot \left(2 - \frac{g}{Q}\right) - a_{mp} \cdot Q - b_{mp} \cdot \frac{Q}{g} - \frac{T \cdot g \cdot (b_{ep} + \delta_n \cdot b_s)}{2} - (b_{ep} + b_p) \cdot Q \rightarrow \max. \quad (4.25)$$

Рішення досягається за умови:

$$g_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot b_{mp}}{b_p - b_s + T \cdot (b_{so} + \delta_n \cdot b_s)}}. \quad (4.26)$$

У випадку відсутності різниці між закупівлею та продажом, залежність (4.26) приймає класичний вид формули Вільсона.

$$g_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot b_{mp}}{T \cdot (b_{so} + \delta_n \cdot b_s)}}. \quad (4.27)$$

За умови одночасного пропорційного зростання двох цінових функцій:

$$g_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot b_{mp}}{T \cdot (b_{so} + \delta_n \cdot b_s) - b_p + b_s}}. \quad (4.28)$$

Отже, наявність динаміки цін купівлі – продажу суттєво впливає на величину оптимальних параметрів управління партією поставки. Якщо витрати на зберігання одиниці продукції незначні, то визначальною є різниця між ціною купівлі та продажу.

#### 4.4 Методичні основи управління поставками і запасами баштанної продукції

Основна ідея управління поставками і запасами баштанної продукції – повне та якісне забезпечення потреб споживачів у продуктах з мінімальними товарними втратами і отриманням реалізатором максимального прибутку. Розгляд процесу «доставка – реалізація» баштанних культур дозволяє аналізувати його комплексно з врахуванням інтересів всіх учасників.

Підвищення ефективності управління поставками і запасами досягається зменшенням собівартості перевезень шляхом вибору раціональних транспортно-технологічних схем доставки вантажів та визначенням оптимальних партій

поставок продукції для кожної сесії торгівлі.

Розробці методики комплексного підвищення ефективності доставки вантажів присвячені роботи багатьох вчених і організацій [40, 102, 110, 116, 117]. В основу цих праць покладена ідея розробки єдиного технологічного процесу доставки окремих видів вантажів [102, 118 – 120] з метою узгодити роботу підприємств транспорту та замовника. Для цього на основі аналізу технологічних процесів підприємств, що взаємодіють, аналізу інформаційних та вантажних потоків виконують розробку раціональної транспортно-технологічної схеми доставки вантажів з використанням окремих методів планування і управління.

Недоліком цих робіт є орієнтація на соціалістичну систему господарювання з централізованим управлінням, відсутність конкурентного середовища, незначна фінансова зацікавленості у результатах роботи тощо.

Надбанням виконаних досліджень є глибоко регламентовані окремі методики виконання аналізу вантажопотоків і інформації, нормування виконання технологічних операцій, планування і управління транспортним процесом, вибору транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних механізмів, розрахунку показників ресурсного забезпечення заданого плану перевезень.

Впровадження ринкової системи господарювання спонукало вітчизняних вчених активізувати роботу за напрямками удосконалення технологічних процесів та систем [121 – 123] і розробки транспортного забезпечення на логістичних засадах ланцюгів постачань, які поєднують виробника і споживача [45, 124 – 126].

У закордонних дослідженнях у галузі організації доставки вантажів вчені обґрунтували існування різних систем автомобільних перевезень з ієрархічною побудовою кожної та пропонують методи організації перевезень на основі дискретного уявлення про протікання транспортного процесу [127 – 129]. В роботах стосовно формування ланцюгів постачань [130, 131] відмічають, що на зміну ресурсній парадигмі прийшла інноваційна, яка передбачає інфраструктурну, організаційну та інформаційну інтеграцію ланцюга постачань. У ряді праць розглянуто окремі питання удосконалення доставки вантажів [132 – 135].

На основі узагальнення досліджень вітчизняних і закордонних науковців розробку пропозицій щодо підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур пропонується здійснювати за етапами з переліком задач, що представлені на рис. 4.8.

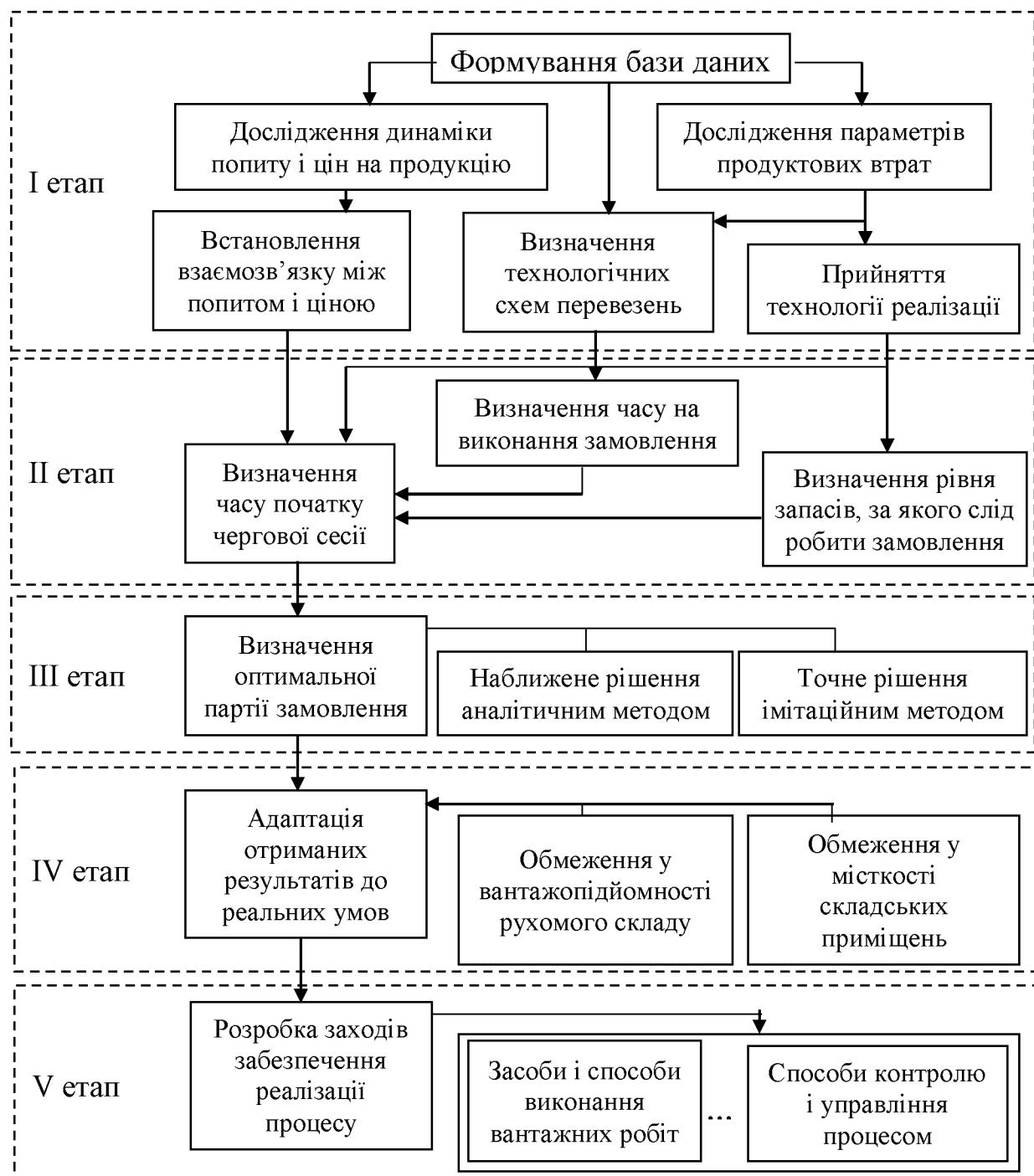


Рисунок 4.8 – Алгоритм підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» швидкопсувної продукції.

Першочерговим завданням є дослідження динаміки попиту і закупівельної та реалізаційної цін на продукцію. Попит на продукцію залежить від багатьох факторів, таких як кількість споживачів в районі обслуговування, купівельна спроможність мешканців, доступність закладу торгівлі, наявність конкурентів тощо. Для закладів торгівлі, що працюють більше року, динаміку попиту визначають на основі даних обліку попереднього торговельного сезону з врахуванням змін зовнішнього середовища, що відбулись за рік. Для нещодавно відкритих закладів торгівлі визначення попиту бажано виконувати методами маркетингу [136 – 140], у випадку відсутності фінансових ресурсів – методом експертних оцінок [141] або реалізації пробної партії товару. На основі отриманих результатів за допомогою регресійного аналізу встановлюють зв'язок між показниками цін і попиту, визначають характер їх залежностей. Для баштаних культур доцільно використовувати залежність (2.14). При необхідності перевіряють і уточнюють емпіричні коефіцієнти цієї залежності, що потребує виконання мінімальної кількості спостережень.

Динаміку закупівельної ціни на продукцію можливо визначити за статистичними даними сільськогосподарських ринків по регіонам країни [89, 90]. Потім відомими методами прогнозування [141 – 145] визначають очікуваний попит та закупівельну ціну за плановий період роботи.

Ціну роздрібної торгівлі встановлює реалізатор з урахуванням місцевих умов, наявності конкурентів, кількості потенційних клієнтів, власного фінансового становища тощо.

Потім одним із методів маркетингу здійснюють вибір постачальника продукції серед можливих претендентів. Застосування конкретного методу вибору визначається задачею, можливостями і вподобаннями дослідника. Встановлення постачальника дозволяє оцінити поопераційні втрати продукції (коефіцієнти псування, підрозділ 3.2) та її стан, а також спосіб виконання навантажувально-розвантажувальних робіт у місцях відправлення та призначення продукції. Якщо постачальник не виконує доставку товару, то необхідно вибрати автотранспортний засіб та технологічну схему перевезень. На цей вибір впливає

маса відправлення, відстань перевезень та кількість торгівельних закладів охоплених рейсом. У фаховій літературі запропоновано ряд методик рішення цих задач [39 – 42, 44, 45]. Критерієм вибору традиційно є вартість доставки вантажу. Для найманого автотранспортного засобу можливо використати методику розрахунку, що наведена у підрозділі 3.4. Вартість використання власного автомобіля можливо встановити на основі фактичних даних або аналітичних розрахунків. Аналіз методик визначення і аналізу собівартості автомобільних перевезень у європейських країнах свідчить, що їх основу складає кошторис витрат, який відповідає вітчизняному. Тому для аналізу собівартості перевезень доцільно використовувати методику, що викладена у [106], як найбільш регламентовану та перевірену у практичній діяльності.

На другому етапі розраховують тривалість часу, що необхідна для виконання замовлення та на її основі за залежністю (4.6) визначають рівень залишку запасів, при якому слід робити замовлення. Момент здійснення замовлення продукції та розрахункова тривалість перевезень визначають дату початку торгівельної сесії для чергової партії поставки.

На третьому етапі розраховується оптимальний розмір партії поставки за допомогою розробленого програмного забезпечення рішення задачі [14]. При його відсутності можливо отримати наближене до оптимального значення розміру партії поставки продукції. Для цього необхідно скористатись залежністю (4.11) і встановити очікуваний період часу до повної реалізації поточної партії продукції. Потім одержаний результат підставляють у залежність (3.69) та розраховують раціональну масу чергової поставки.

Наступний етап передбачає адаптацію отриманих результатів до наявних умов доставки і реалізації продукції. Зокрема, співставляють оптимальний розмір партії поставки з вантажопідйомністю автомобіля та вільною складською площею для зберігання продукції. Встановлені обмеження визначають максимальну масу поставки продукції.

На останньому етапі рішення задачі встановлюють зміст операцій з підготовки автотранспортних засобів та вантажу до перевезень, розробляють

графік виконання робіт, вибирають методи контролю і управління транспортним процесом за методиками, що викладені у фаховій літературі [40, 45, 46, 146, 147]. Вибір методик розрахунку та способів виконання робіт визначає технічне забезпечення процесу.

#### 4.5 Впровадження результатів дослідження

Результати дослідження знайшли впровадження при виконанні науково-дослідної роботи, у виробничу діяльність підприємств ТОВ «Сван Транс», фермерського господарства з відокремленою садибою «Плоди Меркурія» і у навчальний процес Національного транспортного університету.

У навчальному процесі НТУ результати дослідження використовувалися у лекційних та практичних заняттях, а також при виконанні курсового проекту. Аналіз розвитку логістики в Україні використано у курсі лекцій з дисципліни «Інтермодальні транспортні технології». Методики вибору автотранспортного засобу для перевезень швидкопсувних вантажів та обґрунтування вибору транспортно-технологічних схем перевезень засвоювалась студентами на практичних заняттях і при виконанні курсового проекту з дисципліни «Проектування транспортних систем вантажних перевезень». Встановлені закономірності зберігання швидкопсувних продуктів знайшли відображення у лекційному курсі дисципліни «Взаємодія видів транспорту» при вивченні складських процесів у транспортному вузлі. Результати дослідження можуть бути також корисними для дисциплін «Логістика», «Вантажні перевезення», «Транспортно-експедиторська діяльність» та інші.

Згідно з планом господарської науково-дослідної роботи «Підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень та експедиторської діяльності» особисто автором був розроблений підрозділ «Аналіз моделей і систем управління запасами», та у співавторстві розділ «Маркетингове дослідження ринку міжнародних автомобільних перевезень та транспортно-експедиторської діяльності», в яких використані результати дисертаційного

дослідження.

У практичній діяльності одержані результати дисертаційної роботи були запропоновані до використання ТОВ «Сван Транс» та фермерському господарству з відокремленою садибою «Плоди Меркурія».

Компанія ТОВ «Сван Транс» з багатим досвідом роботи на ринку транспортно-логістичних послуг виконує національні та міжнародні автомобільні перевезення всіх видів вантажів. В її плани входить збільшення обсягу перевезень і надання нових послуг із впровадженням заходів щодо зменшення собівартості перевезень вантажів та ризиків при їх транспортуванні. Ретельно розроблені транспортні схеми логістики компанії дозволяють оперативно та якісно вирішувати задачі клієнтів, що пов'язані з перевезеннями та супутніми послугами.

Після обговорення основних результатів дисертаційної роботи було вирішено запропоновані методики обґрунтування вибору транспортно-технологічних схем для виконання автомобільних перевезень та вибору автотранспортного засобу для здійснення перевезень швидкопсувних продуктів використовувати в професійній діяльності. Співробітникам при оформлені перевізних документів на швидкопсувні вантажі та їх виконанні рекомендовано більш ретельно враховувати можливі втрати маси вантажу та інформувати про це клієнтів, особливо якщо умови транспортування відмінні від нормативних. Крім цього, корисною визнана інформація про особливості оптимізації партії поставки швидкопсувної продукції в умовах одночасної зміни інтенсивності попиту і ціни товару. Також позитивною стороною виконаного дослідження є його завершення розробкою прикладного програмного продукту.

Фермерське господарство з відокремленою садибою «Плоди Меркурія» тривалий час займається вирощуванням зернових та овочевих культур, а також їх збутом у кількох торговельних закладах Херсонської області. На засіданні менеджерів фірми була підтримана ідея створення комплексного ланцюга постачання «доставка – реалізація» швидкопсувної продукції на основі викладених теоретичних зasad. Відмічено, що сама по собі ідея є відомою, однак відсутність

методичного забезпечення її реалізації у багатьох випадках ставала на заваді її впровадження у практичну діяльність. Звернуто увагу на доцільність використання встановлених у дисертаційному дослідженні закономірностей процесу реалізації швидкопсувної продукції для розробки практичних рішень при організації збути сільськогосподарської продукції. Визнано доцільним використання методик обґрунтування вибору транспортно-технологічних схем і автотранспортного засобу для виконання перевезення. Викликав зацікавленість прийнятий критерій оптимізації, який крім більшої виручки від продажу, додатково, що не знайшло відображення в роботі, дозволяє пришвидшити оборотність капіталу, чим ще більше збільшує прибуток. Особлива увага була привернута до методик встановлення раціонального розміру поставки та управління запасами швидкопсувних продуктів. Вони дозволяють пояснити причини того, що класична формула Вільсона «не спрацьовує» у системах збути при роздрібній торгівлі. Корисним визнано використання встановлених залежностей природних втрат швидкопсувної продукції для більш об'єктивного обліку псування складських запасів.

Відмічено, що виконане дослідження знайшло своє втілення у прикладному програмному забезпеченні, яке дозволяє автоматизувати складні розрахунки та враховує можливості підлаштування під різні технологічні схеми «доставка – реалізація» багатьох видів овочевої продукції. Разом з цим рекомендовано розширити базу статистичних даних програмного забезпечення для різних видів продукції сільського господарства рослинного походження. У теоретичному плані потребує дослідження процес реалізації товару в умовах конкуренції та встановлення попиту як функції від реальних доходів населення.

За експертними оцінками впровадження раціональних транспортно-технологічних схем організації поставок продукції дрібними партіями дозволить зменшити вартість доставки продукції на 5 – 10 %. Врахування умов зберігання продукції дозволить обґрутовано вирішувати конфліктні ситуації, що виникають через втрату маси партій вантажу при зберіганні, що важливо для розвитку партнерських відносин підприємств-суміжників. Визначення раціонального

розміру поставки продукції дозволить додатково отримати дохід від продажу баштанних культур до 10 % за умови відповідної організації ланцюга постачання «доставка – реалізація» продукції.

Таким чином, розроблені в дисертаційній роботі підходи, критерії та методики вирішення задач стосовно підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур, дозволяють отримати позитивні результати у практичній діяльності.

#### 4.5 Висновки до розділу 4

1. Розроблена імітаційна модель процесу «доставка – реалізація» баштанних культур та її програмна реалізація дозволяє встановлювати раціональні його параметри, що максимізують прибуток в умовах як детермінованого так і стохастичного попиту для різних категорій сільськогосподарських швидкопсувних продуктів.

2. Отримані результати на імітаційній моделі процесу «доставка – реалізація» баштанних культур показало, що зі зростанням стохастичності попиту величина прибутку за сезон зменшується, зокрема, при розподілі попиту за законом Релея падіння величини прибутку за сезон становить 21,7 %, тоді як за експоненціальним законом – 41,5 %.

3. Встановлено, що для закладів торгівлі при визначенні раціональних параметрів управління процесом постачань швидкопсувних продуктів є визначальними не витрати на їх зберігання, а різниця між ціною купівлі та продажу.

4. Виконана перевірка результатів дослідження у практичній діяльності та отримання позитивних відгуків від фахівців транспортно-експедиторського і фермерського підприємств свідчать про достовірність отриманих результатів і перспективи їх подальшого застосування у виробництві та навчальному процесі.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення і практичне вирішення комплексної задачі управління поставками і вибору транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень швидкопусувної продукції в умовах одночасної нестационарності реалізаційної ціни і попиту на неї. Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Аналіз методів управління запасами і організації перевезень показав, що задачу підвищення ефективності процесу «доставка – реалізація» баштанних культур можна представити у виді детермінованої динамічної моделі управління запасами з обмеженим терміном придатності та неперервним псуванням у часі з критерієм ефективності максимізації величини прибутку і змінною транспортно-технологічною схемою доставки продукції.

2. Виявлено закономірності втрати маси плодами продукції баштанництва на різних етапах процесу «доставка – реалізація», що надає можливість їх аналітичного опису. Встановлено, що підвищення температури зберігання плодів баштанництва викликає втрату їх маси за лінійною залежністю, що дозволяє підвищити точність планових розрахунків для складів зберігання з нерегульованим температурним режимом.

3. Встановлено, що за показником продуктивності, контейнерні перевезення є економічно доцільними при відстані до 700 км. При цьому за показником собівартості перевезення 1 т вантажу, при відстані від 100 км менш витратними є безтарні перевезення. Визначено, що при партіях поставок розміром до 3 т доцільно використовувати транспортно-технологічну схему з перевантаженням збірної партії відправлення у населеному пункті призначення до автомобілів меншої вантажопідйомності, а за більшої маси поставки більш ефективною є наскрізне перевезення. Ці результати дозволяють обирати найбільш ефективну транспортно-технологічну схему доставки з огляду на розмір партії поставки.

4. Визначено, що зменшення ціни викликає збільшення попиту за степеневою залежністю, що дозволяє адекватно відображати процес реалізації

продукції. Визначено та математично описано закономірності зміни значень параметрів вартості та тривалості операцій зберігання, перевезення і реалізації у процесі «доставка – реалізація» баштанних культур, що уможливлює оцінку його ефективності.

5. Розроблено цільову функцію та імітаційну модель процесу «доставка – реалізація» баштанних культур, що враховують одночасну нестационарність ціни і попиту на продукцію, фактор її псування, вплив транспортної складової і надають можливість визначати раціональні розміри партій поставок і тривалості торгівельних сесій протягом сезону продажу.

6. Встановлено, що в умовах нестационарності попиту і ціни на продукцію у якості критерія оптимізації доцільно використовувати максимальне значення величини середньодобового прибутку, що забезпечує на 35,01 % більшу вигоду, ніж за максимального значення величини загального прибутку за сесію. Збільшення стохастичності попиту зумовлює зменшення величини прибутку, яке для досліджуваного торгівельного закладу становить 21,7 %. Функція величини прибутку від розміру поставки має глобальний екстремум зі згладженою кривою в області максимуму, відхилення від якого на 10 % викликає зміну прибутку біля 1,8 %. Це дозволяє визначати раціональний розмір замовлення з урахуванням додаткових факторів і наявних обмежень.

7. Розроблено методику вирішення комплексної задачі раціонального управління поставками і вибору транспортно-технологічної схеми автомобільних перевезень, що дозволяє підвищувати і оцінювати ефективність процесу «доставка – реалізація» баштанних культур кожним його учасником. За результатами впровадження результатів дослідження у діяльність ТОВ «Сван Транс» і ФГ «Плоди Меркурія» очікується зменшення собівартості перевезень на 5 – 10 % при зростанні доходів до 10 %.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коцюк, М.А. Оптимизация логистической цепи «доставка-реализация» скоропортящейся продукции / Е.М. Лебедь, М.А. Коцюк, И.А. Горяева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – Челябинск: ЮУрГУ, 2015. – Т. 9, № 4. – С. 165–169.
2. Коцюк, М.А. Выбор технологической схемы перевозки автомобильным транспортом / М.О. Коцюк, И.Г. Лебедь // Актуальные направления научных исследований ХХI века: теория и практика. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.В. Морозова, 2015. – С. 360–363.
3. Коцюк, М.О. Моніторинг транспортного забезпечення міжнародної торгівлі швидкопсувних продуктів / І.Г. Лебідь, М.О. Коцюк // Вісник НТУ. – К. : НТУ, 2011. – Вип. 24, Ч. 2.– С. 177–180.
4. Коцюк, М.О. Визначення оптимального розміру замовлення товарів, що постійно псуються / О.Д. Гульчак, М.О. Коцюк // Управління проектами, системний аналіз і логістика : науковий журнал. – К. : НТУ, 2012. – Вип. 9 – С. 43–46.
5. Коцюк, М.О. Визначення оптимального розміру замовлення швидкопсувних продуктів / М.О. Коцюк // Проблеми транспорту: збірник наукових праць. – К. : НТУ, 2012. – Вип. 9. – С. 84–88.
6. Коцюк, М.О. Аналіз моделей управління складськими запасами / М.О. Коцюк // Управління проектами, системний аналіз і логістика : науковий журнал. – К. : НТУ, 2012. – Вип. 10. – С. 99–104.
7. Коцюк, М.О. Моделювання логістичного ланцюга реалізації псувних продуктів / М.О. Коцюк // Вісник НТУ. – К. : НТУ, 2012. – Вип. 26, Ч. 2.– С. 172–177.
8. Коцюк, М.О. Аналіз моделей і систем управління псувними запасами / М.О. Коцюк // Проблеми транспорту: збірник наукових праць. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 10. – С. 128–133.
9. Коцюк, М.О. Дослідження процесу зберігання і реалізації швидкопсувної

- продукції / М.О. Коцюк // Вісник НТУ. – К : НТУ, 2015. – Вип. 31 – С. 275–284.
10. Коцюк, М.О. Дослідження логістичного ланцюга «доставка – реалізація» баштанних культур / Є.М. Лебідь, М.О. Коцюк // Управління проектами, системний аналіз і логістика : науковий журнал. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 15 – С. 73–83.
  11. Коцюк, М.О. Вибір технологій перевезень баштанних культур на великі відстані / М.О. Коцюк // Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики : зб. доп. 14 Між нар. наук.-практич. конф.– К.: Міністерство інфраструктури України, 2012. – С. 175-176.
  12. Коцюк, М.А. Моделирование логистической цепи доставки и реализации портящейся продукции / М.А. Коцюк // Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем : материалы пятой Международной научно-практической конференции (Челябинск, 17–18 мая 2013 г.) / под ред. О.Н. Ларина, Ю.В. Рождественского. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – С. 177–183.
  13. Коцюк, М.О. Моделирование логистической цепи доставки и реализации портящейся продукции / М.О. Коцюк // Материалы I-й Международной интернет конференции молодых учёных и студентов [«Проблемы развития транспортных систем в евразийском регионе»], (Луганск, 20-21 мая 2013 года) : сборник научных трудов / М-во образования и науки, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля – Луганск : ВНУ им. В.Даля, 2013. – С. 172-174. – Режим доступа к журн.: <http://www.ts.snu.edu.ua/conf.html>
  14. Коцюк, М.О. Дослідження проблем транспортного забезпечення міжнародної торгівлі сільськогосподарськими продуктами / М.О. Коцюк // 68 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. – К: НТУ, 2012. – С. 204-205.
  15. Коцюк, М.О. Результати дослідження логістичного ланцюга реалізації швидкопсувних продуктів / М.О. Коцюк // 69 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. – К: НТУ, 2013. – С. 253.

16. Коцюк, М.О. Дослідження процесу «доставка – реалізація» баштанних культур / М.О. Коцюк // 70 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. – К: НТУ, 2014. – С. 241.
17. Коцюк, М.О. Визначення характеристик процесу зберігання і реалізації партії швидкопсувної продукції / М.О. Коцюк // 71 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. – К: НТУ, 2015. – С. 289.
18. Коцюк, М.А. Анализ результатов исследований систем управления скоропортящимися запасами / М.А. Коцюк // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сборник статей 8-й международной научно-практической конференции в рамках 18-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш – 2015», (Ростов-на-Дону, 3 – 6 марта 2015 г.), / под. ред. Ю.Ф. Лачуги, Б.Ч. Месхи, В.И. Пахомова, Л.В. Борисовой, В.П. Димитрова, Ю.И. Ермольева, Н.П. Семенюка . – Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2015. – С. 530-533.
19. Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 63210 Науковий твір «Результати досліджень на імітаційний моделі процесу «доставка-реалізація» баштанних культур» / Коцюк М.О. – заявка від 30.10.2015; дата реєстрації 28.12.2015.
20. Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 63209 Комп'ютерна програма «Розрахунок оптимальної партії замовлення» / Коцюк М.О. – заявка від 30.10.2015; дата реєстрації 28.12.2015.
21. Коцюк, М.О. Визначення оптимального розміру замовлення швидкопсувних продуктів / Коцюк М.О. // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України : Звіт про науково-дослідну роботу : Номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П.]. – К. : НТУ, 2012. – С. 13–18.
22. Коцюк, М.О. Аналіз параметрів процесу доставка – реалізація баштанних

культур / Коцюк М.О. // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України : Звіт про науково-дослідну роботу : Номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В.П.]. – К. : НТУ, 2013. – С. 96–101.

23. Коцюк, М.О. Моделювання тривалості процесу реалізації швидкопсувної продукції / Коцюк М.О. // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України : Звіт про науково-дослідну роботу : Номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В.П.]. – К. : НТУ, 2014. – С. 36–38.

24. Коцюк, М.О. Оптимізація логістичного ланцюга «доставка – реалізація» швидкопсувної продукції / Лебідь Є.М., Коцюк М.О. // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України : Звіт про науково-дослідну роботу : Номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П. ]. – К. : НТУ, 2015. – С. 8–18.

25. Коцюк, М.О. Моделювання процесу «доставка-реалізація» швидкопсувної продукції / Коцюк М.О. // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України : Звіт про науково-дослідну роботу : Номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П. ]. – К. : НТУ, 2015. – С. 42–46.

26. Товарна структура зовнішньої торгівлі за 2014 рік [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України – Режим доступу до ресурсу: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/zd/tsztt/tsztt\\_u/tsztt1314\\_u.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/zd/tsztt/tsztt_u/tsztt1314_u.htm).

27. Чіпко, Т.М. Експортний потенціал АПК України у вирішенні світової продовольчої кризи. / Т.М. Чіпко // Геополітика и экогеодинамика регионов. – Симферополь : ТНУ им. В.И. Вернадского, 2014. – Том 10, Вып. 2.– С. 825–832.

28. Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року : офіц. текст: за станом на 20 грудня 2013 р. [Електронний ресурс] // Постанова Кабінету Міністрів України № 1158 від 19.09.2007 р. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1158-2007-п>.

29. Про схвалення Транспортної Стратегії України на період до 2020 року :

офіц. текст: за станом на 15 лютого 2015 р. [Електронний ресурс] // Розпорядження Кабінету Міністрів України № 2174-р від 20.10.2010 р. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p>.

30. Рослинництво України 2012 : статистичний збірник / [за редакцією Власенко Н.С.]. – К. : Держстат України, 2013. – 180 с.

31. Підсумки збору врожаю основних сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду у 2013 році [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України – Режим доступу: [http://ukrstat.org/uk/express/expr2014/01\\_14/09.zip](http://ukrstat.org/uk/express/expr2014/01_14/09.zip)

32. United Nations Commodity Trade Statistics Database [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://comtrade.un.org>

33. Index of Economic Freedom [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.heritage.org/index/country/ukraine>

34. Бураковський І. Вплив торговельної політики на людський розвиток / І. Бураковський, В. Мовчан. – К. : ПРООН, 2011. – 127 с.

35. Logistics performance index: Competence and quality of logistics services [Електронний ресурс] // The World Bank – Режим доступу: <http://data.worldbank.org/indicator/LP.LPI.LOGS.XQ>

36. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://kmu.gov.ua/kmu/docs/EE/00\\_Ukraine-EU\\_Association\\_Agreement\\_\(body\).pdf](http://kmu.gov.ua/kmu/docs/EE/00_Ukraine-EU_Association_Agreement_(body).pdf)

37. How America Is Losing Up To 40 Percent of Its Food from Farm to Fork to Landfill [Електронний ресурс] // Natural Resources Defense Council – Режим доступу: <http://www.nrdc.org/food/wasted-food.asp>

38. Изменение и мониторинг эффективности коридоров ЦАРЭС: Годовой отчет (январь 2010 – декабрь 2010). Заседание высокопоставленных официальных лиц центральноазиатского регионального экономического сотрудничества. 7-8 июля 2011. Баку: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cfcfa.net/wp-content/uploads/CPMM-2010-annual-report-25-May-final-with-cover-rus.pdf>.

39. Офіційний сайт Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.asmap.org.ua/>.
40. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки / Воркут А. И. – [2-е изд.]. – К. : Вища школа, 1986. – 447 с.
41. Зязев, В.А. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / Зязев В.А., Капланович М.С., Петров В.И. – М. : Транспорт, 1979. – 253 с.
42. Троицкая, Н.А. Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении. / Троицкая Н.А. – М. : АсМАП, 1999. – 128 с.
43. Транспортні технології в системах логістики / [Дмитриченко М. Ф., Левковець П. Р., Ткаченко А. М. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченко. – К. : ІНФОРМАВТОДОР, 2007. – 676 с.
44. Троицкая, Н.А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов : учебное пособие. / Троицкая Н.А., Шилимов М.В. – М. : КНОРУС, 2010. – 232 с.
45. Грузовые автомобильные перевозки / [Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б., Куликов А. В.]. – М. : Горячая линия Телеком, 2006. – 560 с.
46. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки / Горев А. Э. – М. : Академия, 2004. – 286 с.
47. Бизнес идея – торговля овощами и фруктами [Електронний ресурс] // Бизнес портал. Все о бизнесе и заработке. – Режим доступу: <http://biznestoday.ru/eda/1781-torgovlya-ovoshchami-s-fruktami.html>.
48. Лимар, В.А. Маркетингові дослідження ринку баштанних культур / Лимар В.А., Соловйов І.О., Шабля О.С. // Економіка АПК. – К. : Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», 2003. – № 11. – С. 105-108.
49. Транспортная логистика / [Миротин Л. Б., Ташбаев Ы.Э., Гудков В.А. и др.] ; под ред. Л. Б. Миротина. – М. : Издательство «Экзамен», 2002. – 512 с.
50. Модели и методы теории логистики / [Лукинский В.С., Лукинский В.В., Малевич Ю.В. и др.] ; под ред. В. С. Лукинского. – СПб. : Питер, 2008. - 448 с. – (Серия «Учебное пособие»).

51. Оклендер, М. А. Логістика: підруч. / Оклендер М. А. – К. : Центр учебової літератури, 2008. – 346 с.
52. Николайчук, В. Е. Логистика: теория и практика управления : учеб. пособие / Николайчук В. Е., Кузнецов В. Г. – Донецк : Норд-Пресс, 2006. – 540с.
53. Логістика : навч. посіб. / [Тридід О. М., Азаренкова Г. М., Мішина С. В., Борисенко І. І.]. – К. : Знання, 2008. – 566 с.
54. Рыжиков, Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Рыжиков Ю.И. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с. – (Серия «Учебники для вузов»).
55. Рубальский, Г.Б. Управление запасами при случайному спросе (модели с непрерывным временем) / Рубальский Г.Б. – М. : «Сов. радио», 1977. – 160 с. – («Библиотека инженера по надежности»).
56. Nahmias, S. Perishable Inventory Systems / Nahmias S. — New York: Springer Science + Business Media, 2011. — 96 p. — (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
57. Axsäter, S. Inventory Control. Second Edition / Axsäter S. — New York: Springer Science + Business Media, 2006. — 331 p. — (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
58. Zipkin, P. Foundations of Inventory Management / Zipkin P. — New York: McGraw-Hill Inc., 2000. — 524 p.
59. 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.
60. Кавун, диня, гарбуз. Технологія вирощування. Загальні вимоги : ДСТУ 5045:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – III, 11 с. – (Національний стандарт України).
61. Кавуни продовольчі свіжі. Технічні умови : ДСТУ 3805-98. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1999. – 30 с. – (Національний стандарт України).
62. Диня свіжа. Технічні умови : ДСТУ 7036:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2010. – 14 с. – (Національний стандарт

України).

63. Арбузи продовольственные свежие. Технические условия : ГОСТ 7177-80. – [Введен 1982-06-01]. – М. : Стандартинформ, 2010. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).
64. Дыни свежие. Технические условия : ГОСТ 7178-85. – [Введен 1986-01-01]. – М. : Стандартинформ, 2010. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).
65. Стандарт ЕЭК ООН FFV-37, касающийся сбыта и контроля товарного качества арбузов : ЕЭК ООН FFV-37. – [Введен 2012-11-12]. – Нью-Йорк, Женева : ЕЭК ООН, 2012. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).
66. Стандарт ЕЭК ООН FFV-23, касающийся сбыта и контроля товарного качества дынь : ЕЭК ООН FFV-23. – [Введен 2008-01-10]. – Нью-Йорк, Женева : ЕЭК ООН, 2006. – 8 с. – (Межгосударственный стандарт).
67. Костин, П. Н. Послеуборочное хранение урожая бахчевых культур / П.Н. Костин // Агроном. – 2008. – № 4. – С. 136 – 139.
68. Хранение арбузов. Отбор плодов для хранения [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://arbuz.org.ua/hranenie\\_arbuzov](http://arbuz.org.ua/hranenie_arbuzov)
69. Белик, В.Ф. Бахчеводство / Белик В.Ф. – М. : Колос, 1982. – 175 с. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
70. Бахчеводство / [Филов А.И., Коломиец А.А., Белик В.Ф. и др.] ; под общ. ред. А.И. Филова. – М. : Сельхозгиз, 1959. – 568 с.
71. Как хранить дыню? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arbuz.org.ua/node/50>.
72. Пузік, Л.М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. сільськогосподарських наук : спец. 06.01.15 «Первинна обробка продуктів рослинництва» / Л.М. Пузік. – К., 2010. – 42 с.
73. Шабля, О.С. Економічна ефективність переробки баштанної продукції / О.С. Шабля // Економіка АПК. – К. : Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», 2009. – № 4. – С. 89-93.

74. Шабля, О.С. Ефективність виробництва баштанних культур та розвиток маркетингу в галузі : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. економічних наук : спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)» / О.С. Шабля. – Житомир, 2010. – 22 с.

75. Реалізація продукції сільськогосподарськими підприємствами за 2013 рік [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України – Режим доступу: [http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat\\_u/publtorg\\_u.html](http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publtorg_u.html).

76. Правила перевезення швидкопсувних вантажів року : офіц. текст: редакція від 1 липня 2011 р. [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства транспорту України № 873 від 09.12.2002 р. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1031-02>.

77. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні : офіц. текст: редакція від 14 січня 2014 р. [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства транспорту України № 363 від 14.10.1997 р. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98>.

78. Правила видачі вантажів : офіц. текст: редакція від 1 липня 2011 р. [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства транспорту України № 644 від 21.11.2000 р. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0862-00>.

79. Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та про спеціальні транспортні засоби, які призначені для цих перевезень (УПШ) : офіц. текст: редакція від 2 квітня 2007 р. [Електронний ресурс] // Указ Президента України № 262/2007 від 02.04.2007 р. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/card/955\\_b68](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/card/955_b68).

80. Вопросы совершенствования перевозок скоропортящихся продуктов / [Комаров А.В., Макаренко П.Г., Янкин Ю.С. и др.] // Труды Института комплексных транспортных проблем. – М.: ИКТП, 1972 – Вып. 28. – 182 с.

81. Балан Е.Ф. Динамика потерь плодоовошной продукции по этапам непрерывной холодильно-транспортной цепи (НХТЦ) / Балан Е.Ф., Чумак И.Г., Картофяну В.Г., Икуридзе Э.Ж. [Електронний ресурс] // Интернет-газета

«Холодильщик.RU» – 2007. – Интернет-выпуск № 3 (27). – Режим доступу: [http://www.holodilshchik.ru/index\\_holodilshchik\\_best\\_article\\_issue\\_3\\_2007.htm](http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_best_article_issue_3_2007.htm).

82. Про затвердження норм природного убутку продовольчих товарів у торгівлі та інструкцій в їх застосування : офіц. текст: редакція від 19 вересня 2003 р. [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства торгівлі СРСР № 88 від 02.04.1987 р. – Режим доступу: [www.uazakon.com/documents/date\\_15/pg\\_ibgnwc/index.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_15/pg_ibgnwc/index.htm).

83. Об утверждении норм естественной убыли картофеля, овощей и бахчевых культур при перевозках различными видами транспорта : офиц. текст: редакция от 14 января 2008 г. [Електронный ресурс] // Приказ Минсельхоза РФ № 3, Минтранса РФ № 4 от 14.01.2008 г. – Режим доступу: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_74950/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74950/).

84. Стулень, Е.А. Сколько на самом деле стоят арбузы и за какую сумму ягоды покупают украинцы / Е.А. Стулень [Електронный ресурс] // Сегодня.UA. – 07.08.2012. – Режим доступу: <http://www.segodnya.ua/economics/business/arbuз.html>

85. Маркетинг / [Липчук В.В., Дудяк Р.П., Бугіль С.Я., Янишин Я.С.]. – Львів : «Магнолія 2006», 2012. – 456 с.

86. Лупадин, В.И. Психофизическое шкалирование / Лупадин В.И. – Свердловск : Уральский университет, 1989. – 240 с.

87. Коцюк, О.Я. Аналіз моделей розподілу матеріальних потоків у транспортних системах / О.Я. Коцюк // Вісник НТУ, ТАУ. – К. : НТУ, 2004. – Вип. 9. – С. 166–169.

88. Обсяги продажу та ціни основних сільськогосподарських продуктів на міських ринках (за вибіковим колом міст) за січень-грудень 2012 року [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України – Режим доступу: [http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat\\_u/publtorg\\_u.htm](http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publtorg_u.htm)

89. Агрорынок Херсонщины [Електронный ресурс] – Режим доступу: <http://agrorynok.com.ua/prices/charts>

90. Ринок «Шувар» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://shuvvar.com/index.php?mod=page&id=analytic\\_report](http://shuvvar.com/index.php?mod=page&id=analytic_report)

91. Ніколаєнко, Р. Кавуни за копійки / Р. Ніколаєнко [Електронний ресурс] //

Вечірній Київ. Київська муніципальна газета. – 22.09.2013. – №33 (19060) – Режим доступу: <http://www.eveningkiev.com/ua/19060/art/1377154751.html>.

92. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / Галушко В.Г. – К. : Вища школа, 1976. – 232 с.

93. Митропольский, А. К. Техника статистических вичислений / Митропольский А.К. – М. : Наука, 1971. – 576 с.

94. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Г., Корн Т. – М. : Наука, 1984. – 831 с.

95. Прейскурант № 13-01-02. Тарифы на перевозку грузов и другие услуги, выполняемые автомобильным транспортом. – К.: Госкомцен УССР, 1989. – 55 с.

96. Della TM Грузоперевозки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://della.ua>

97. Грузоперевозки по Украине – сайт DeGruz – Ukrtransport [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://degruz.com/price\\_statistics](http://degruz.com/price_statistics)

98. Попченко, Я. А. Пути повышения эффективности грузовых автомобильных перевозок / Попченко Я. А., Луцкер Г.Д. – М. : Транспорт, 1986. – 94 с.

99. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками / [Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л.Б.]. – Волгоград : ВолгГТУ, 1999. – 295с.

100. Грузовые автомобильные перевозки / [Сарафанова Е.В., Евсеева А.А., Копцев Б. П.]. – М. : ИКЦ "МарТ", 2006. – 480 с.

101. Справочник по организации и планированию грузовых автомобильных перевозок / [под ред. Крамаренко И.Г.]. – К. : Техника, 1991. – 208 с.

102. Проектирование технологических карт доставки грузов автомобильным транспортом / [Заенчик Л.Г., Кисельман Р. Н., Смицкий А. Л.]. – К. : Техника, 1990. – 152 с.

103. Батищев, И. И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте / Батищев И. И. – М. : Транспорт, 1988. – 367 с.

104. Маликов, О.Б. Склады и грузовые терминалы: Справочник / Малтков О.Б. – Спб. : Издательский дом «Бизнес-пресса», 2005. – 560 с.
105. Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы [Електронний ресурс] // Постановление Минтруда РФ № 76 от 17 октября 2000 г. – Режим доступу: [http://6pl.ru/gost/pMt\\_76npv1](http://6pl.ru/gost/pMt_76npv1)
106. Справочник инженера-экономиста автомобильного транспорта / [Голованенко С. Л., Жарова О. М., Маслова Т. И., Посыпай В. Г.] ; под ред. С. Л. Голованенко. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – К. : Техника, 1991. –351 с.
107. Взаимодействие различных видов транспорта / [Правдин Н. В., Негрей В. Я., Подкопаев В. А.]. – М. : Транспорт, 1989. –208 с.
108. Правдин, Н. В. Взаимодействие различных видов транспорта в транспортных узлах / Правдин Н. В., Негрей В. Я. – М. : Высшая школа, 1983. – 247 с.
109. Кельтон, В. Имитационное моделирование. Классика CS / Кельтон В., Лоу А. – Спб. : Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
110. Имитация на персональных компьютерах работы транспортно-производственных систем / [Безель Б.П., Миротин Л.Б., Сулейменов Т.Б.]. – М. : МАДИ, 1993. – 160 с.
111. Экономико – математическое моделирование / [Бабешко Л. О., Баусов Л.И., Абланская Л. В., Дрогобыцкий И. Н.]. – М. : Экзамен, 2004. – 800 с. – (Серия: Учебник для вузов).
112. Кундышева, Е. С. Экономико-математическое моделирование / Кундышева Е. С. – М. : Дашков и К, 2006. – 424 с.
113. Дослідження операцій у транспортних системах / [Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.] ; за заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2009. – 375 с.
114. Венцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Венцель Е.С., Овчаров Л.А. – М. : Высш. шк., 2000. – 480 с.
115. Венцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения

/ Венцель Е.С., Овчаров Л.А. – М. : Высш. шк., 2000. – 383 с.

116. Транспортное обслуживание торгово-оптовых баз / [Воркут А.И., Калинин А.Г., Рудник А.С.]. – К. : Техніка, 1985. – 112 с.

117. Моделирование работы автомобильного транспорта при перевозках крупнотоннажных контейнеров в транспортном узле / [Миротин Л.Б., Гольдин А.Г., Базель Б.П.]. – М. : МАДИ, 1989. – 56 с.

118. Единые технологические процессы централизованной доставки грузов / [Малиновский В.Б., Попченко Я.А., Заенчик Л.Г., Кисельман Р.Н.]. – К. : Техніка, 1988. – 167 с.

119. Типовой единый технологический процесс централизованного обслуживания автомобильным транспортом комбинатов хлебопродуктов, мельниц, крупозаводов и комбикормовых предприятий Министерства хлебопродуктов УССР : ТЕТП 08.2-88. – К. : НПО «Автотранспорт», 1988. – 58 с.

120. Типовой единый технологический процесс централизованного транспортного обслуживания трестов столовых, ресторанов, кафе, баз снабжения, контор и комбинатов общепита : ТЕТП 07.9-86. – К. : НПО «Автотранспорт», 1988. – 103 с.

121. Хабутдинов, Р.А. Системное формирование технологий автомобильных перевозок по критериям энерго- и ресурсоотдачи : дис. на соискание степени докт. технических наук : 05.22.01 / Хабутдинов Рамазан Абдулаевич. – К., 2003. – 332 с.

122. Бабушкін, Г.Ф. Підвищення ефективності систем управління процесами заводських перевезень безрейковим колісним транспортом : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. технічних наук : спец. 05.22.12 «Промисловий транспорт» / Г.Ф. Бабушкін. – Луганськ, 2003. — 37 с.

123. Нефьодов, В.М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партіонних вантажів з використанням розподільчих центрів : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. технічних наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / В.М. Нефьодов. – Харків, 2007. – 20 с.

124. Логистика – технология транспортного процесса / [Костюченко Л. М., Танцюра Е.В., Заенчик Л.Г. и др.] ; под ред. Л.Г. Заенчика. — К. : Издательство

«Кий», 2000. — 358 с.

125. Воркут, Т. А. Наукові основи управління логістичними системами в проектах розвитку ланцюгів постачань сполученні : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. технічних наук : спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами» / Т.А. Воркут. – К., 2007. – 39 с.

126. Потаман, Н.В. Вибір раціональної кількості складів в ланцюгу постачань торгівельних вантажів автомобільним транспортом в міжрегіональному сполученні : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. технічних наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Н.В. Потаман. – Харків, 2010. – 20 с.

127. Николин, В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок : автореф. дис. на соискание степени докт. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / В.И. Николин. – М., 2000. – 37 с.

128. Мочалин, С.М. Развитие теории грузовых автомобильных перевозок по радиальным маршрутам : автореф. дис. на соискание степени докт. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / С.М. Мочалин. – Тюмень., 2004. – 35 с.

129. Витвицкий, Е.Е. Научные основы совершенствования теории мелкопартионных грузовых автомобильных перевозок : автореф. дис. на соискание степени докт. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Е.Е. Витвицкий. – Тюмень., 2005. – 31 с.

130. Бочкарев, А.А. Теория и методология процессного подхода к моделированию и интегрированному планированию цепи поставок : автореф. дис. на соискание степени докт. экономических наук : спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: логистика» / А.А. Бочкарев. – Санкт-Петербург, 2009. – 39 с.

131. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы) / [Миротин Л. Б., Некрасов А.Г., Куликова Е.Ю. и др.] ; под ред. Л. Б. Миротина. — М. : Издательство «Экзамен», 2003. — 448 с

132. Кащеев, С.А. Повышение эффективности функционирования системы доставки грузов в торговую сеть автомобильным транспортом : автореф. дис. на соискание степени канд. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / С.А. Кащеев. – Волгоград., 2004. – 16 с.
133. Гронин, Д.П. Повышение эффективности автомобильных перевозок в системе доставки грузов с использованием терминальных комплексов : автореф. дис. на соискание степени канд. технических наук : спец. 05.22.10 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Д.П. Гронин. – Волгоград., 2006. – 18 с.
134. Заруднев, Д.И. Методика выбора автотранспортных средств для перевозки грузов : автореф. дис. на соискание степени канд. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Д.И. Заруднев Дмитрий Иванович. – Омск., 2005. – 17 с.
135. Сидоров, С.А. Приспособленность автомобилей-рефрижераторов к перевозке скоропортящихся грузов : автореф. дис. на соискание степени канд. технических наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / С.А. Сидоров. – Тюмень., 2005. – 22 с.
136. Бачурин, А.А. Маркетинг на автомобильном транспорте / Бачурин А.А. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 208 с.
137. Дурович, А.П. Практика маркетинговых исследований. Книга 1: Основные концепции и методы / Дурович А.П. – Издательство Гревцова, Минск, 2008. – 256 с.
138. Черчилль Г., Браун Т. Маркетинговые исследования / Черчилль Г., Браун Т. – СПб.: Питер, 2007. – 704 с.
139. Нэреш, М. Маркетинговые исследования. Практическое руководство / Нэреш М. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2002. — 960 с.
140. Галицкий, Е.Б. Методы маркетинговых исследований / Галицкий Е.Б. – М. : Институт Фонда «Общественное мнение», 2004. – 398 с.
141. Прогнозирование грузовых потоков / [Правдин Н.В., Дыканюк М.Л., Негрей В.Я.] – М. : Транспорт, 1987. – 247 с.

142. Льюис, К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис К.Д. – М.: Финансы и статистика, 1986. —133 с.
143. Экономическое прогнозирование / [Ю. Н. Лапыгин, В. Е. Крылов, А. П. Черняевский]. – М. : Эксмо, 2009. – 256с.
144. Анализ временных рядов прогноз и управление / [Бокс Дж., Дженкинс Г.] ; под ред. Писаренко В.Ф.. –М. : Мир, 1974. – Кн. 1. – 406 с.
145. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. [Бархатов В.И., Горшков А.А., Капкаев Ю.Ш., Усачев М.А.]. – Челябинск : ЮУрГУ, 2001. – 140 с.
146. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / [Миротин Л.Б., Бульба А.В., Демин В.А.]. – Ростов на Дону : Феникс, 2009. – 408 с.
147. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы: Справочник. / Маликов О.Б. – СПб. : Бизнес-пресса, 2005. – 560 с.

## Додаток А

### Акти впровадження результатів роботи

11322



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

01 010, Київ, вул. Суворова, 1, т.ф. +38 (044) 280 8203, т. +38 (044) 280 8765, e-mail: general@ntu.edu.ua

18.11.15 № 2992/01

на № \_\_\_\_\_

ДОВІДКА

про впровадження в учебний процес результатів дисертаційної роботи  
Коцюка Максима Олександровича  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
на тему: „Підвищення ефективності процесу  
„доставка – реалізація” баштанних культур”

Результати, представлені у дисертаційній роботі Коцюка М.О.,  
використовуються в учебному процесі при підготовці фахівців напряму  
підготовки 6.070101 "Транспортні технології (автомобільний транспорт)".

Зокрема, результати щодо аналізу розвитку логістики в Україні  
використано в курсі лекцій з дисципліни „Інтермодальні транспортні  
технології”, методики вибору автотранспортного засобу для перевезень  
швидкопсувних вантажів та обґрунтування вибору транспортно-технологічних  
схем перевезень в курсовому проекті з дисципліни „Проектування  
транспортних систем вантажних перевезень”, встановлені закономірності  
зберігання швидкопсувних продуктів знайшли відображення в лекційному  
курсі дисципліни „Взаємодія видів транспорту” при вивченні складських  
процесів у транспортному вузлі.

Проректор з навчальної роботи  
професор



О.К. Грищук

# ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО з відокремленою садибою «Плоди Меркурія»

ЄДРПОУ 36904522,

Р/р 26006500046760 в ПАТ "КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК" МФО 300614

75642, с.Олексіївка, Голопристанського району, відокремлена садиба

№ 54/11

«д/г » листопада 2015 року

## АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Коцюка Максима Олександровича

В результаті обговорення на нараді працівників підприємства дисертаційної роботи Коцюка М.О. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук було відмічено наступне:

- заслуговує на впровадження ідея створення комплексного логістичного ланцюга „доставка-реалізація” швидкопсувної продукції;
- важливість роботи при розробці практичних рішень з організації процесу реалізації швидкопсувної продукції;
- доцільність обґрунтування вибору транспортно-технологічних схем та автотранспортного засобу для виконання перевезення;
- доцільність встановлення оптимального розміру поставки;
- викликає зацікавленість прийнятий критерій оптимізації, який крім більшої виручки від продажу, додатково, що не підтверджено в роботі, дозволяє пришвидшити оборотність капіталу, чим ще більше збульшує прибуток;
- описані залежності природних втрат швидкопсувної продукції дозволяє більш об'єктивно проводити облік псування складських запасів.

За експертними оцінками впровадження раціональних транспортно-технологічних схем організації поставок продукції дрібними партіями дозволить зменшити собівартість доставки продукції на 5 - 10 %. Врахування умов зберігання продукції дозволить обґрунтовано вирішувати конфліктні ситуації, що виникають через втрату ваги партій зберігання, що важливо для розвитку партнерських відносин підприємств-суміжників. Визначення оптимального розміру поставки продукції дозволить додатково отримати дохід від продажу баштанних культур до 10 % за умови організації логістичного ланцюга „виробництво-доставка-реалізація” продукції.

Відмічено, що окрім результатів дослідження заслуговують на впровадження у практичній діяльності.

Голова господарства



АКТ  
про впровадження результатів дисертаційної роботи  
Коцюка Максима Олександровича

В результаті обговорення на нараді працівників підприємства дисертаційної роботи Коцюка М.О. „Підвищення ефективності процесу „доставка-реалізація” баштанних культур” було відмічено наступне:

- доцільність обґрунтування вибору транспортно-технологічних схем для виконання перевезень швидкопусувних продуктів;
- методика вибору автотранспортного засобу для зліснення перевезень баштанних культур;
- звернено увагу на втрати при транспортуванні вантажів, а також на результати експериментального дослідження в умовах, що відмінні від стандартних;
- знайшла позитивну оцінку методика оптимізації партії поставки, що відрізняється від відомих одночасною зміною інтенсивності посту та ціново товару.

Важливо, що результати дослідження реалізовані в програмному забезпеченні.

Розглянуті методики рекомендовано до впровадження при обслуговуванні клієнтів транспортно-експедиторських підприємств.



2011/15

## Додаток Б

Дані експериментальних спостережень за реалізацією кавунів

Таблиця Б.1 – Параметри реалізації кавунів

Дата	Ціна, грн	Кількість проданих кавунів за годину, од	Загальна маса, кг
21.06.13	4,89	1	4,3
29.06.13	4,89	1	4,5
30.06.13	4,89	1	4,6
01.07.13	3,89	2	9,4
02.07.13	3,89	2	10,4
04.07.13	2,99	3	28,2
05.07.13	1,59	6	56,4
07.07.13	1,99	8	58,4
08.07.13	1,99	12	73,2
12.07.13	1,99	33	214,5
14.07.13	1,99	20	128,0
19.07.13	0,99	66	402,6
20.07.13	0,99	60	492,0
21.07.13	0,99	47	385,4
22.07.13	1,46	38	228,0
26.07.13	1,46	72	403,2
28.07.13	1,46	57	302,1
30.07.13	1,35	70	343,0
02.08.13	0,89	120	732,0
04.08.13	0,89	104	613,6
07.08.13	1,19	93	520,8
09.08.13	1,58	128	793,6
11.08.13	0,99	114	741,0
12.08.13	0,99	107	759,7
15.08.13	1,15	78	405,6
16.08.13	0,95	90	531,0
18.08.13	1,25	83	456,5
19.08.13	1,25	79	474,0
23.08.13	0,49	330	2079,0
24.08.13	0,49	180	990,0
25.08.13	0,49	241	1397,8
26.08.13	1,39	180	972,0
30.08.13	1,62	60	402,0
01.09.13	1,62	84	562,8
02.09.13	1,62	53	349,8
06.09.13	1,62	15	91,5
08.09.13	1,62	112	694,4
09.09.13	1,62	37	233,1
13.09.13	1,62	46	248,4
15.09.13	1,62	27	148,5
20.09.13	1,62	30	174,0
22.09.13	1,59	24	141,6
27.09.13	1,59	30	168,0
29.09.13	1,59	18	102,6
11.13-12.13	22,95	0,02	0,1
03.14-04.14	44,65	0,01	0,035

## Додаток В

### Програмна реалізація імітаційної моделі процесу «доставка – реалізація» швидкопсувних продуктів

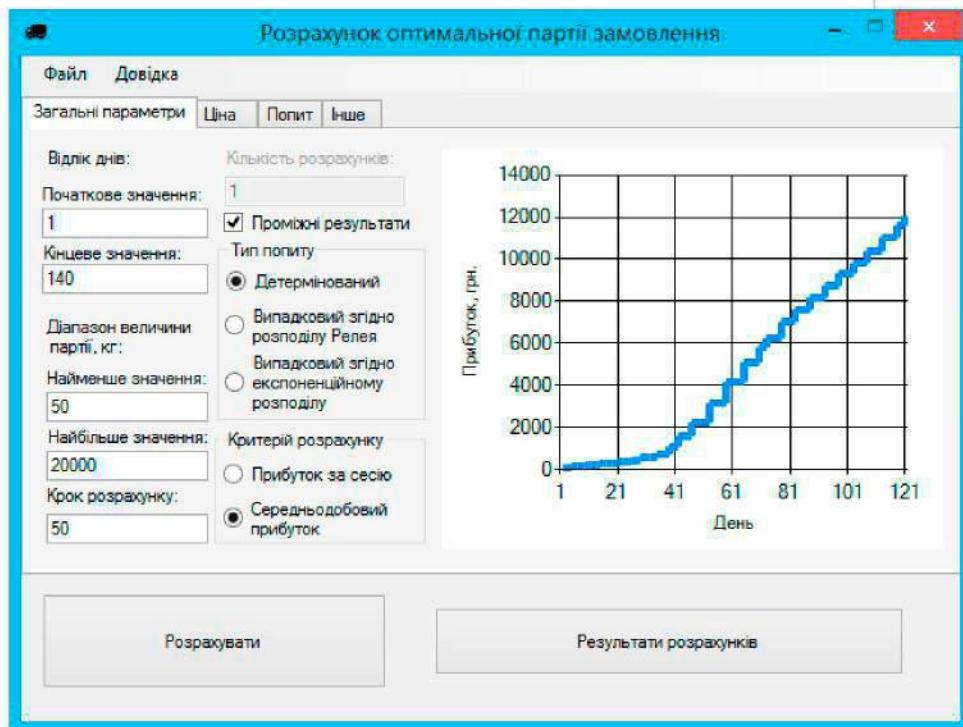


Рисунок В.1 – Введення загальних параметрів розрахунків

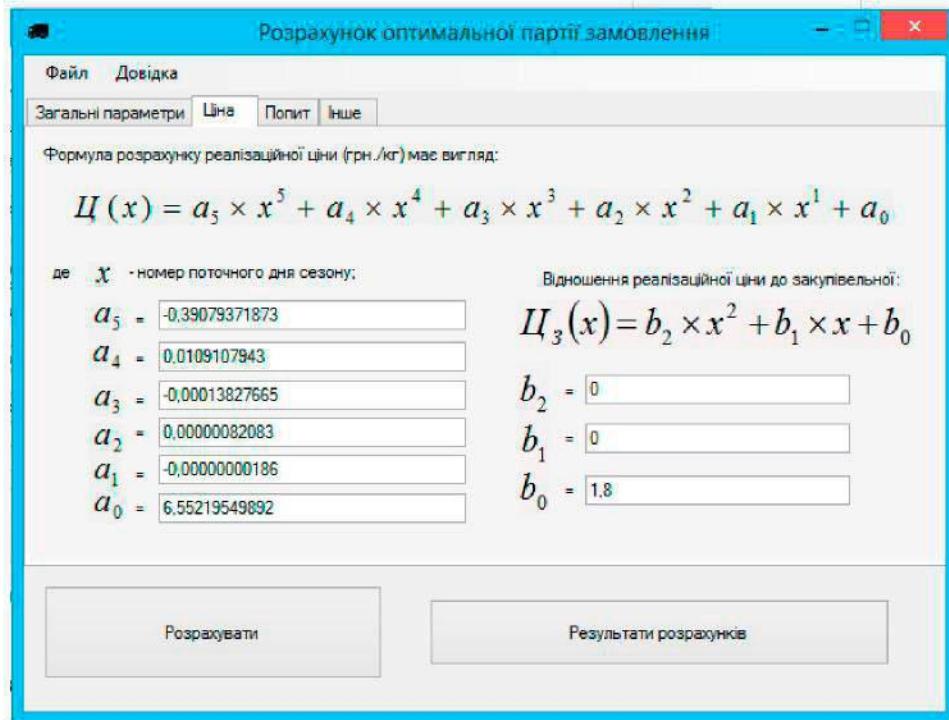


Рисунок В.2 – значень коефіцієнтів рівняння реалізаційні та закупівельної цін

**Розрахунок оптимальної партії замовлення**

**Файл Довідка**

**Загальні параметри Ціна Попит Інше**

Формула розрахунку попиту (кг/дoba) має вигляд:

$$\lambda(x) = c \times T \times d \times \lambda_{\max} \times \left( \frac{\Pi_b}{\Pi(x)} \right)^k$$

де  $x$  - номер поточного дня сезону;  
 $c$  - коефіцієнт добової нерівномірності попиту:   
 $T$  - час роботи торговельного закладу, год/дoba:   
 $\lambda_{\max}$  - максимальна інтенсивність попиту, кг/дoba:   
 $\Pi_b$  - беззбиткова ціна, грн./кг:   
 $k$  - коефіцієнт чутливості зміни роздрібної ціни:   
 $d$  - коефіцієнт чутливості зміни попиту:   
 $\Pi(x)$  - поточна реалізаційна ціна, грн./кг.

**Розрахувати**      **Результати розрахунків**

Рисунок В.3 – Введення параметрів попиту

**Розрахунок оптимальної партії замовлення**

**Файл Довідка**

**Загальні параметри Ціна Попит Інше**

Термін придатності партії товару, діб:  Мінімальна маса одиниці товару, кг:  Формула розрахунку вартості перевезення (грн./(т\*км)) має вигляд:

$$B_n(q) = a + b \times q^k$$

де  $q$  - розмір поточної партії, т;  $b$  =  Вартість виконання вантажої операції, грн./т;  $a$  =   $k$  =  Відстань перевезення, км:  Швидкість перевезення, км/дoba:

Втрати продукції при, %/дoba:  
 вантажних операціях:  Втрати на реалізацію, грн./(т\*дoba):   
 перевезенні:  Тривалість виконання замовлення, діб:   
 зберіганні:  реалізації:

**Розрахувати**      **Результати розрахунків**

Рисунок В.4 – Введення інших параметрів розрахунку

Результати розрахунків

Номер сесії	День початку сесії	День кінця сесії	Тривалість сесії, днів	Оптимальна партія, кг	Прибуток, грн.	Швидкість прибутку, грн./доба
1	1	2	2	50	59.22	29.61
2	2	5	4	100	54.59	13.65
3	5	7	3	150	27.85	9.28
4	7	9	3	100	10.8	3.6
5	9	10	2	150	31.14	15.57
6	10	11	2	150	16.2	8.1
7	11	12	2	150	5.11	2.56
8	12	14	3	200	2.92	0.97
9	14	15	2	400	44.23	22.11
10	16	16	1	250	32.7	32.7
11	16	17	2	300	6.93	0.47
12	17	19	3	350	2.87	0.96
13	19	19	1	350	31.04	31.04
14	19	21	3	500	4.44	-1.48
15	21	21	1	450	35.11	35.11
16	21	23	3	600	8.2	2.73
17	23	23	1	550	32.72	32.72
18	23	25	3	700	13.72	4.57
19	25	26	2	1500	83.74	41.87
20	26	26	3	300	4.97	-1.56
21	28	29	2	1850	113.36	56.68
22	28	32	4	3250	43.35	10.84
23	32	35	4	3550	156.25	39.06
24	35	39	5	5050	299.07	59.81
25	40	42	3	3400	452.34	164.11
26	42	47	6	5750	698.69	116.45
27	47	53	7	6100	947.27	135.32
28	53	58	7	5200	986.89	140.98
29	59	65	7	4550	901.49	128.78
30	65	70	6	3500	748.54	124.76
31	71	73	3	1850	447.43	149.14
32	74	78	5	3200	725.42	145.08
33	78	83	6	3200	620.28	103.38
34	83	88	6	3300	581.54	96.92
35	88	93	6	3350	575.85	95.97
36	93	98	6	3450	536.93	89.49
37	98	103	6	3500	530.44	88.41
38	103	108	6	3650	583.53	97.26
39	108	113	6	3650	583.97	98.99
40	113	118	6	3700	602.86	100.48
41	119	121	3	2150	407.43	135.81
Сумарні показники за сезон				2082.93	12025.17	59.63

Експортувати до Excel
Повернутися

Фільтрувати:

 Номер розрахунку  
 Номер сесії  
 Тільки результати

Проміжки розрахунків:

 Номер сесії  
 Розмір партії

Результати проміжних розрахунків

Рисунок В.5 – Виведення результатів розрахунку