

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.3:629.4.023.14

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан механіко-технологічного

Завідувач кафедри

факультету

технічного сервісу та інженерного

менеджменту імені

М. П. Момотенка

Братішко В. В.

Роговський І.Л.

(підпис)

(ПБ)

(підпис)

(ПБ)

2022 р.

2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Удосконалення експлуатаційних параметрів кузовів автомобілів
для транспортування яблук

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор

Войтюк Валерій Дмитрович

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук, професор

Роговський Іван Леонідович

Виконала

Мисан Ілона Сергіївна

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П. Момотенка, д.т.н., проф.

Роговський І. Л.

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТКОЮ

Мисан Ілоною Сергіївною

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма Автомобільний транспорт

Магістерська програма Автомобільний транспорт

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи «Удосконалення експлуатаційних параметрів
кузовів автомобілів для транспортування яблук»

затверджена наказом ректора НУБІП України від «21» грудня 2021 р. № 2217

«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25.10.2022

Вихідні дані до магістерської роботи науково-технічна література; результати

науково-дослідних робіт по літературних джерелах по вивченню технології
удосконалення експлуатаційних параметрів кузовів автомобілів для
транспортування яблук

Перелік питань, що підлягають дослідженню.

1. Стан проблеми і постановка задач дослідження.

2. Теоретичні дослідження.

3. Експериментальні дослідження.

4. Реалізація удосконалення експлуатаційних параметрів кузовів автомобілів
для транспортування яблук

5. Оцінка економічної ефективності технічних рішень.

Перелік графічного матеріалу електронна презентація на 15 слайдах

Дата видачі завдання «15» листопада 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук, професор

Роговський Іван Леонідович

Завдання прийняла до виконання _____

Мисан Ілона Сергіївна

НУБІП України

ВСТУП

4

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ

8

1.1 Використання автомобільного транспорту в сільському господарстві

12

1.2 Сільськогосподарські вантажі, дороги і погода

17

1.3 Аналіз факторів, які впливають на виробничі процеси внутрірайонного перевезення сільськогосподарської продукції

24

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ І МОДЕЛІ

28

2.1 Транспортування та показники пошкодження

сільськогосподарських вантажів

28

2.2 Врахування у математичній моделі, що використовується для оптимізації перевезення вантажів, дорожніх та природно-кліматичних умов

36

РОЗДІЛ 3 ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

41

3.1 Загальна методика дослідження

41

3.2 Методика дослідження оцінки прискорень під час перевезення сільськогосподарських вантажів

46

3.3 Методика оцінки збереження яблук після їх транспортування в кузові автомобіля

53

РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕННЯ ЯБЛУК НА ДОРОГАХ З РІЗНИМ

ПОКРИТТЯМ З ОЦІНКОЮ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

РОЗРОБЛЕНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

55

4.1 Проціну прискорень плодів яблук при їх перевезенні

в тарі дорогах з різним покриттям

55

4.2 Оцінка збереження плодів яблук після їх транспортування
кузові автомобіля

65

4.3 Побудова номограм та оцінка економічного ефекту

72

ВИСНОВОК

81

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

83

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Перевезення сільськогосподарської продукції здійснюється усіма

видами транспорту. Важливе місце у тому числі займає перевезення з допомогою автомобільного транспорту. Однак використання даного виду

НУБІП України

транспорту при перевезенні сільськогосподарської продукції має ряд особливостей, які полягають у наявності дорожньої інфраструктури, стані дорожнього покриття, вплив погодно-кліматичних умов на транспортування

продукції та ін. Це призводить до виникнення складнощів при організації

НУБІП України

транспортування сільськогосподарської продукції, оскільки дана продукція різноманітна, частина з неї відрізняється схильністю до замерзання, швидкого зміни характеристик і властивостей під впливом як кліматичних чинників, а й

у результаті впливів коливань, що у процесі транспортування.

Розвинена транспортна система є надзвичайно важливою для ефективного сільськогосподарського маркетингу. Якщо транспортні послуги,

НУБІП України

тобто, послуги перевезення сільськогосподарських вантажів, нечасті, «неякісні» (що призводять до великих втрат при транспортуванні) або дороги,

то виробники сільськогосподарської продукції виявляються у вкрай

НУБІП України

невигідному становищі. Сезонно непрохідні дороги у поєднанні з невідповідними продукцією, що перевозиться, умовами транспортування, можуть призвести до величезних втрат сільськогосподарських культур, в

першу чергу, свіжих овочів і фруктів. Якщо транспортний маршрут

НУБІП України

вантажоперевезень пролягає через дороги з покриттям із щебеню або ґрунтові дороги, то перевезення сільськогосподарських культур, наприклад, фруктів може бути навіть збитковим у зв'язку з великим пошкодженням товару. Тому

транспортні витрати відіграють вирішальну роль у виявленні зв'язку між

доступністю продукції сільськогосподарського виробництва та розвитком

НУБІП України

сільського господарства.

Добре відомі високі європейські вимоги до якості сільськогосподарської продукції, що експортується, включають зокрема такі параметри, як лежкість,

ушкоджуваність, чутливість до патогенів, якість після охолодження, якість після обробки. Часто ці параметри, наприклад, ушкоджуваність продукції у процесі транспортування та її збереження визначається сортами овочів та фруктів. Проте перехід до стійких ушкоджень сортів означає збереження

вихідного смаку, який подобався споживачам. Крім того, застосування новітніх технологій перевезення, техніки та пакування не гарантує відсутність механічних впливів під час перевезення продукції. Охолодження при перевезенні різних овочів та фруктів, незважаючи на розбиття їх за категоріями (низькою, середньою та високою чутливістю) та врахування їх

при транспортуванні, проте, може суттєво знижувати якість продукції, при цьому пошкодження від переохолодження зазвичай стають помітними неозброєним оком. Роботи зі зниження ушкоджуваності плодосвочевої продукції в процесі транспортування торкаються, в основному, проблеми, пов'язаної з тарою, яка багато в чому визначить безпеку.

Проведений у роботі аналіз показав, що відсутні дані щодо оцінки впливу коливань, що виникають у процесі транспортування, на пошкодження продукції, у тому числі залежно від дорожнього покриття.

У багатьох дослідженнях розглядається створення оптимального парку машин та розробки методів ефективного їх використання, проте практично не порушуються питання оцінки пошкоджень сільськогосподарських вантажів при перевезенні дорогами з різним покриттям та формування тарифів перевезень з урахуванням погодних умов та дорожнього покриття.

Методологія та методи дослідження. Дослідження, представлені у роботі, базуються на загальних та приватних методах дослідження: методи та моделі, що використовуються для опису процесів транспортування сільськогосподарських вантажів, методи аналізу показників пошкоджень вантажів.

Мета роботи – зниження пошкоджень при транспортуванні яблук шляхом удосконалення кузова автомобільного транспортного засобу.

Об'єкт досліджень – технологічний процес транспортування яблук в

кузові автомобільного транспортного засобу.

Предмет досліджень - закономірності впливу схем розміщення в кузовів автомобільного транспортного засобу на пошкодження при транспортуванні яблук.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ

НУБІП України

1.1 Використання автомобільного транспорту в сільському господарстві

Продовольча безпека, яка полягає у можливості та здатності держави забезпечити населення у продуктах харчування, є одним із основних індикаторів економічної безпеки країни. Забезпечується продовольча безпека виключно у вигляді розвитку сільськогосподарського виробництва – основний галузі економіки.

Сільськогосподарське виробництво є складним агропромисловим процесом. Сучасний розвиток сільського господарства дозволяє віднести його до складної соціально-економічної системи, що складається з багатьох підсистем, ключовою підсистемою якої є матеріально-технічна база. Основу цієї підсистеми становлять транспортні засоби та транспортна інфраструктура.

Технічний прогрес у сільському господарстві за останні роки все більше призводить до об'єднання транспортних засобів та інших сільськогосподарських машин у єдиний виробничий процес. Чим вище рівень розвитку, тим більше можливостей для розробки та впровадження досконалих машин та знарядь праці, а, отже, і для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Процес виробництва сільськогосподарської продукції протікає в різних природно-економічних умовах, що впливають на технологію та організацію виробництва. Все це

викликає необхідність наявності в сільському господарстві кількох різномірних типів і систем машин, до однієї з них належить вантажний автотранспорт [2].

Постійне і неухильне зростання обсягу виробленої в нашій країні сільськогосподарської продукції, що спостерігається (при цьому обсяг продукції тваринництва збільшився майже вдвічі, а рослинництва – втричі), вимагає нових підходів до вирішення транспортних проблем, а саме тих, що стосуються перевезення сільськогосподарської продукції.

Артюшин А.А., Бісенов В.Ф., Годжаєв З.А., Измайлов А.Ю. займаються

дослідженням питань від створення екологічно безпечних автомобілів, інтенсивних машинних технологій, техніки нового покоління для використання у сільськогосподарському виробництві до обґрунтування збирально-транспортних процесів [21, 40, 41, 42, 43, 44, 45].

Питання безпеки дорожнього руху в частині транспортування сільськогосподарської продукції, у тому числі плодоовочевої продукції, що легко ушкоджується, та використання технологій ГЛОНАСС/GPS в управлінні автомобільним транспортом, а також підвищення ефективності експлуатації автотранспорту та мобільної сільськогосподарської техніки відображені в роботах [1, 2, 3, 53, 54, 57, 58].

Енергетичний аналіз циклу коливань, ефективності, вибору оптимальних параметрів підвіски автомобіля, що забезпечують його активну безпеку за різних умов руху, а також алгоритми вибору технологічної доставки різних вантажів розглянуті на роботах [2, 3, 5, 8, 9].

Питання ушкоджуваності, підвищення збереження плодоовочевої продукції під час транспортування автомобільним транспортом розглянуті Раюшкіною А.А. Автор досліджував закономірності ушкоджуваності плодів та овочів, що виникають у процесі перевезення автомобільним транспортом, і розробив на цій основі рекомендації, спрямовані на підвищення безпеки даного виду продукції [7].

Зміни фізико-механічних властивостей плодоовочевої продукції, що виникають у процесі транспортування, присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних дослідників, таких як [14, 15, 35, 36, 37].

Однією з детермінант, які впливають на пошкодження сільськогосподарської продукції, є прискорення, що виникає під час руху автотранспортного засобу.

У роботі [14] були запропоновані емпіричні коефіцієнти, що визначають допустимі величини прискорень, що виникають при коливаннях по відношенню до різних культур плодоовочевої продукції (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Коефіцієнти, що визначають допустиму амплітуду коливань ТЗ

| Культура та стан її зрілості | Емпіричні коефіцієнти | |
|------------------------------|-----------------------|---------------|
| | H, м/с ² | P, м/с |
| Яблука | 0,3 ... 1,42 | 5,03 ... 5,22 |
| Помідори червоні | 2,83 ... 4,3 | 5,46 ... 5,70 |
| Помідори зелені | 4,24 ... 7,0 | 5,70 ... 6,16 |
| Картопля свіжоприбрана | 5,62 ... 7,0 | 5,93 ... 6,16 |
| Дині та гарбузи | 5,62 ... 8,38 | 5,93 ... 6,38 |
| Слива | 5,62 ... 11,14 | 5,93 ... 6,83 |

У багатьох дослідженнях розглядається створення оптимального парку машин та розробки методів ефективного їх використання, проте практично не порушуються питання оцінки ушкоджуваності сільськогосподарських вантажів при перевезенні дорогами з різним покриттям та формування тарифів перевезень з урахуванням погодних умов та дорожнього покриття [48].

До матеріально-технічної бази відносять транспортні засоби та дороги.

Ринок капітального блага та послуг капітального блага, до якого належить і автомобільна техніка, перебуває у стані спаду.

Зростаючі ціни на ПММ, запасні частини, автотранспорт, низька якість доріг значно впливають на збільшення собівартості перевезень. Питома вага (загалом) транспортних витрат збільшується. Транспорт стає визначальним детермінантом конкуренції у сільськогосподарській галузі.

У таких умовах раціональне використання автомобільного транспорту відіграє визначальну роль і набуває особливої значущості.

Основні проблеми раціонального використання автомобільного транспорту (АТ) можна подати такими блоками (рисунк 1.1).

НУБІП України

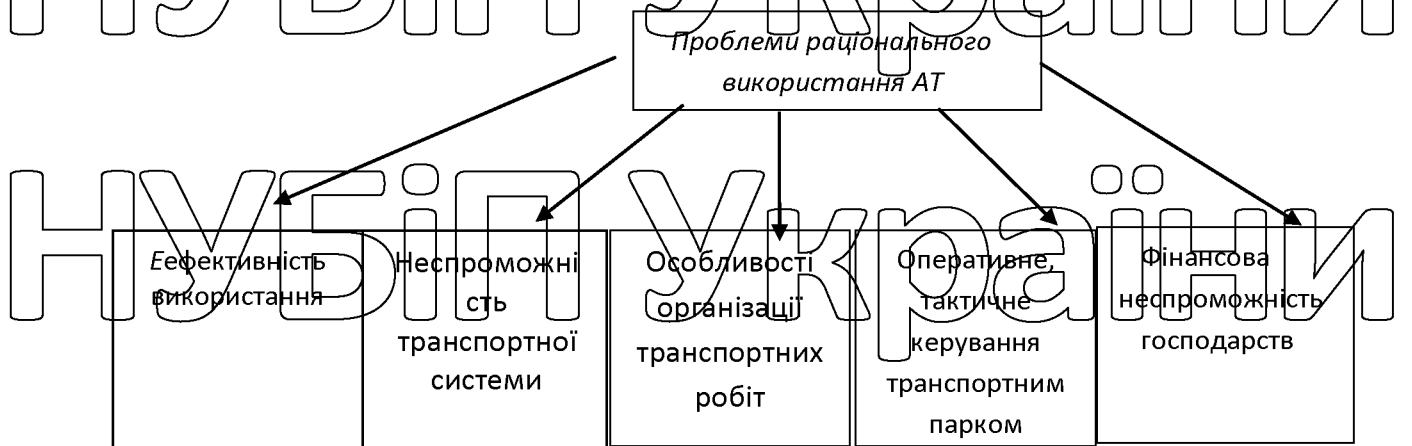


Рисунок 1.1. Базові проблеми раціонального використання автомобільного транспорту сільському господарстві

Розглянемо деякі із цих проблем докладніше. Ефективність використання автотранспорту. Витрати на переміщення вантажів повинні визначатися за всіма етапами переміщення від затарювання до розвантаження та складування. Основа визначення ефективності базується на фундаментальних дослідженнях у галузі визначення ефективності виробництва. Ефективність використання автомобільного транспорту визначатиметься співвідношеннями ефекту із витратами матеріально-технічних засобів і праці, тобто, обсягу перевезень вантажів та витрат на їх переміщення. Ключовими показниками у разі є собівартість перевезення одиниці вантажу чи одиниці вантажообігу

Особливості організації транспортних робіт. У процесі організації сільськогосподарського виробництва необхідно враховувати особливості організації транспортних робіт, які є досить різноманітними і специфічними. Крім особливостей сільськогосподарських вантажів та нерівномірності (сезонності) перевезень протягом року вони включають необхідну взаємодію транспортних засобів з іншою, спеціальною, технікою, багаторазовість перевезень у процесі виробництва, різний діапазон відстаней перевезень та ін.

Проблема оперативного управління транспортним парком знайома всім

самостійним суб'єктам господарювання. Відсутність грамотних планів призводить до простою автомобільної та спеціальної техніки, людських ресурсів і, як наслідок, значних втрат урожаю. Для її вирішення необхідно розробляти заходи щодо складання планів, де будуть відображені основні складові всього виробничого процесу від роботи індивідуально кожної одиниці техніки, кожного водія до роботи збиральної та транспортної техніки у злагодженому механізмі.

Викладені проблеми та їх вирішення є основою для формування комплексного міжгалузевого підходу для підвищення ефективності якості роботи автомобільного транспорту в сільському господарстві [10].

1.2 Сільськогосподарські вантажі, дороги і погода

Сільське господарство, як основна галузь економіки, має досить об'ємну номенклатуру виробленої продукції. Галузі землеробства та тваринництва виробляють понад 40 найменувань вантажів, ще близько 30–35 видів номенклатури вантажів потрібні для повного забезпечення. Процес переміщення цього матеріального потоку здійснюється за допомогою перевезення. При цьому вся продукція, що виробляється агропромисловим комплексом з моменту виробництва, підготовки до перевезення та доведення одержувачу є вантажами. Вантаж у сільському господарстві визначається товаром та тарою.

Класифікацію вантажів сільському господарстві можна наступним чином (рисунок 1.2)

Основні сільськогосподарські країни світу, серед яких лідируючу позицію займає Китай, Індія, Бразилія, США, Індонезія, Японія, Україна, Німеччина, стурбовані питаннями використання традиційних логістичних підходів та технологій для ефективного переміщення сільськогосподарської продукції.

Вже не перше десятиліття очолює рейтинг сільськогосподарських країн

Китаю, сукупний дохід від сільського господарства становить понад 1 трлн. 90 млрд дол. [14], що характеризує сільське господарство як основну галузь економіки. Тому питання переміщення сільськогосподарської продукції є основними щодо різних дослідницькими науковими інститутами.

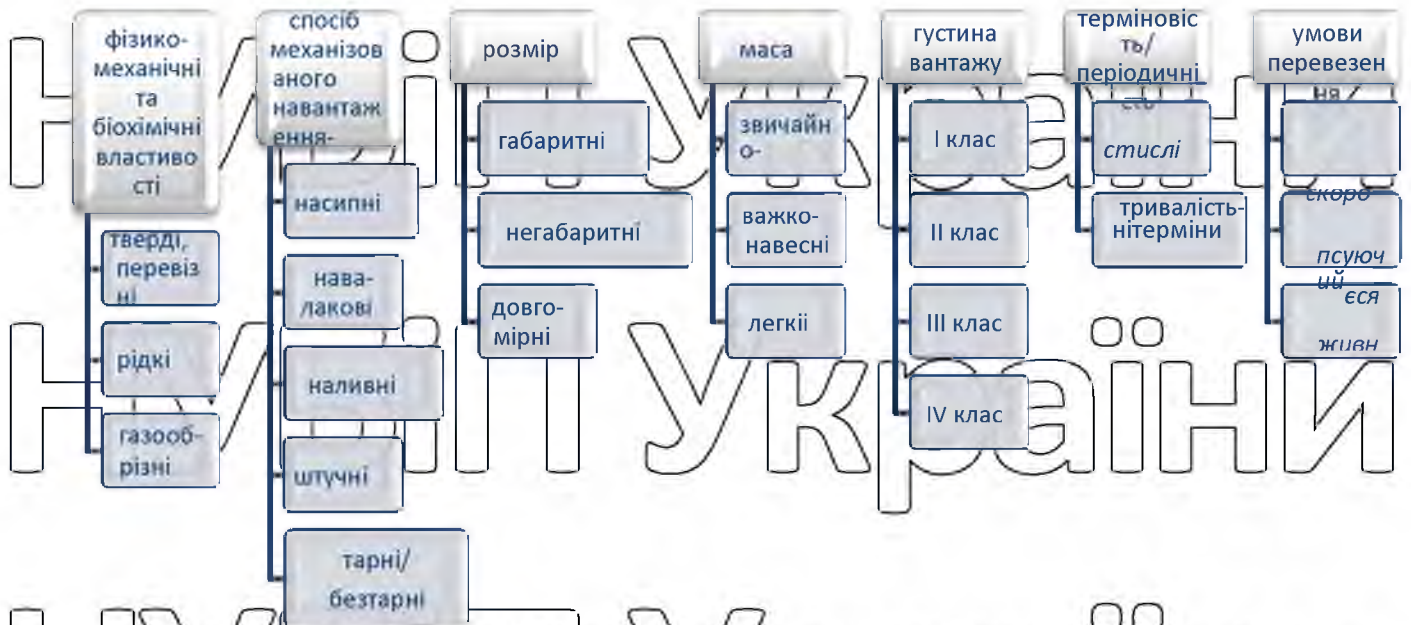


Рисунок 1.2 – Класифікація сільськогосподарських вантажів

Виробництво, обмін, розподіл та споживання сільськогосподарської продукції складає органічний ланцюжок відтворення продукції сільського господарства. Будь-яке порушення, недолік кожному з основних етапів відтворювального ланцюжка впливає на розвиток сільського господарства. Проте циркулярний канал сільськогосподарської продукції Китаю складний і нестабільний. Немає нормативної системи управління та контролю, а також приділяється недостатня увага безпеці перевезень сільськогосподарської продукції та захисту навколишнього середовища. З підвищенням рівня життя у китайців формуються висні вимоги до безпеки та якості сільськогосподарської продукції. Тим не менш, численні учасники, велика різноманітність елементів, висока вартість вантажоперевезень сільськогосподарської продукції визначає складність транспортувань та вразливість ланцюжка постачання.

Крім того, сучасний розвиток галузі стикається із «зовнішніми

негативними ефектами» викиди вихлопних газів, шумове забруднення, відходи ресурсів, затори та втрати у процесі логістики сільгосппродукції. Щоб вирішити ці проблеми, ланцюг сільськогосподарської продукції повинен бути побудований щільно, що органічно з'єднує виробничий матеріал постачальником, виробником, постачальником послуг транспортування, оптовиків, роздрібних продавців та споживачів, які можуть гарантувати безпеку якості сільськогосподарської продукції, знизити вартість вантажоперевезення, досягти цілей оптимального розподілу ресурсів, сприяння добробуту та стану довкілля, стимулювання розвитку транспортування сільськогосподарської продукції Китаю.

Для вирішення цих проблем було обрано концепцію управління, засновану на впровадженні зеленого ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції, вперше висунуту Дослідницьким центром Мічиганського державного університету в 1996 році, в якому основна увага приділялася питанням впливу на навколишнє середовище та оптимізації використання ресурсів виробничого ланцюжка постачання. Ця теорія в основному використовується в управлінні ланцюжками постачання. Саркіс Джозеф зазначив, що зелений ланцюжок поставок включає внутрішню логістику підприємства, управління матеріалами, зовнішню логістику, упаковку, зворотну логістику.

З розвитком сучасного сільського господарства ланцюжок поставок сільськогосподарської продукції викликав інтерес у вчених різних країн. На думку зарубіжних авторів, у процесі «від поля до обіднього столу» ланцюжок поставок сільськогосподарської продукції вказував на очевидні характеристики нелінійної системи. Китайські вчені багато досліджували сучасні особливості ланцюжка постачання сільськогосподарських продуктів, існуючу організаційну структуру ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції, систему відстеження та управління цього ланцюжка постачання в умовах індустріалізації сільського господарства.

Чуньсяо Ван, Юе Чен висунули п'ять аспектів управління зеленим

ланцюжком постачання сільському господарстві [41]. Основними елементами управління є: зелена продукція, зелене перевезення, зелена обробка та циркуляція, зелене споживання та зелена рециркуляція (рисунк 1.3).



Рисунок 1.3 – Базові аспекти управління зеленим ланцюжком поставок у сільському господарстві

У Китаї вартість логістики сільськогосподарської продукції становить 40% загальної вартості. Для нових/сільськогосподарських продуктів цей показник становить до 60%. У найрозвиненіших країнах вартість логістики становить близько 10%. Коефіцієнт втрат сільськогосподарських продуктів, таких як фрукти та овочі, становить від 25% до 30% у процесі збирання, транспортування та зберігання. У США рівень втрат становить від 1% до 2%.

Підвищення ефективності транспортування сільгосппродукції переважно залежить від узгоджених зусиль вузлових елементів у ланцюжку поставок.

Грунтуючись на теорії управління зеленого ланцюжка поставок та під керівництвом сталого розвитку, приймаючи за основу охорону навколишнього середовища, гарантію безпеки якості та економічні вигоди, зелений ланцюжок поставок означає інтеграцію діяльності з купівлі, виробництва, переробки, пакування, розподілу, транспортування, зберігання, споживання та зворотної переробки сільськогосподарської продукції. Це вимагає розробку деяких правил та процедур в умовах невизначеності та ризику, неповної інформації, встановлення стратегічних партнерських відносин між постачальником продукції, селянськими господарствами, сільськогосподарськими

підприємствами, розподільчими центрами сільськогосподарської продукції, оптовими ринками, супермаркетами, роздрібними торговцями та споживачами. Формуючи стимул та сумісність елементів багатокomпонентної системи. Ця система повинна мати добре організовану внутрішню співпрацю, і добре інтегруватися у зовнішнє довкілля. Таким чином, експлуатаційні витрати ланцюжка поставок знижуються, негативний вплив на довкілля зменшується, якість сільськогосподарської продукції гарантується, тобто, досягається максимізація переваг системи.

Організаційну систему зеленого ланцюга поставок

сільськогосподарської продукції можна у наступному вигляді (рис. 1.3).

Зелені закупівлі – процес пошуку можливості закуповувати товари, послуги чи роботи, весь життєвий цикл яких забезпечує зниження шкідливого на довкілля.

Зелене виробництво – процес створення продукту, технологічний цикл якого складається із екологічно чистого безвідходного виробництва.

Зелений транспорт/зелений розподіл – будь-який спосіб чи організаційна форма пересування, що дозволяє знизити рівень впливу на довкілля.

Зелений маркетинг є процес задоволення потреб та потреб суспільства через просування таких товарів та послуг, які надають мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище на всіх етапах життєвого циклу, та створюються з мінімальним використанням природних ресурсів [34].

Зелений маркетинг - це підвищення впізнаваності бренду та підвищення обсягу продажів, а також лояльності споживачів, за рахунок використання екологічних технологій виробництва та випуску екологічно чистої продукції [34].

Головне завдання зеленого споживання - запобігання негативному впливу виробництва, транспортування та утилізації продуктів і товарів за допомогою просування нових екологічно безпечних технологій і формування у споживачів свідомого ставлення до товарів, що здобуваються,

усвідомлюючи взаємозв'язок впливу на навколишнє середовище.

Німецький дослідницький центр вивчає можливості використання концепції автономності у транспортуванні як нової парадигми управління цими процесами. Необхідно проаналізувати даний підхід щодо можливості використання при транспортуванні сільгосппродукції [90].

Під час вирішення питань переміщення сільськогосподарської продукції необхідно враховувати такі складові:

- особливості сільськогосподарських вантажів,
- наявність транспортної інфраструктури,
- погодні умови.

Для створення автономних логістичних процесів потрібен набір загальних умов, які мають виконуватися.

Нові вимоги до логістичних процесів можуть бути призначені (віднесені) для системних рівнів, таких як інформаційна система, система прийняття рішень та система виконання, та її рівні завдань, такі як організація та управління, інформаційні технології та матеріальний потік та логістика.

В результаті вимоги можуть бути віднесені до категорії організаційних, технологічних та процесуальних.

Аналіз запропонованих вимог до логістичних процесів дозволяє сформулювати кілька положень [9].

Створення нових організаційних вимог дає можливість створювати автономні логістичні процеси. Межі звичайного та автономного контролю мають бути визначені для можливості використання у різних галузях, у тому числі й сільськогосподарській. Характерною особливістю для автономних логістичних процесів є - підвищений попит на розподільну (розподілену) інформацію. Таким чином, здатність до виявлення адекватної, об'єктивної інформації у різний час у різних місцях є однією з основних вимог автономних логістичних процесів.

Основна мета створення автономних логістичних процесів - це підвищення ефективності системи логістики. Тому необхідно розробити

систему оцінки, що розглядає зміни кожному етапі через запровадження автономності. Крім того, необхідно визначити обмеження для інтеграції різної автономії (ресурсу, об'єкта, частини) у структурі системи.

Автономне управління логістичними процесами дозволяє реагувати на особливі та непередбачувані події. При належному плануванні відповідних заходів можливе запобігання або мінімізація економічних ризиків [9].

Технологічні вимоги пов'язані з керуванням даними (узгодженість, обсяг даних тощо); обробкою даних (охоплення інформації, перезавантаження, стандартизовані інтерфейси та ін.); можливістю узгоджених процесів елементів системи. Мобільність деталей висуває нові вимоги до зв'язку та локації. Автономне планування та контроль виробничих систем повинні відповідати цим вимогам у вигляді впровадження нових функцій.

Крім організаційних та технологічних вимог, визначено технологічні вимоги до системи матеріальних потоків та системи вантажоперевезень загалом, які мають бути виконані, щоб забезпечити їхню автономність.

Необхідно розробити стратегії для використання процесу іманентного інтелекту підсистем та елементів системи, для досягнення автономних рішень, для досягнення власних чи зумовлених цілей. Тому інтелектуальні елементи системи можуть виконувати незалежні алгоритми розв'язання проблем. Розробляючи необхідні програмні засоби та оцінюючи систему у симуляціях, має бути можливість змоделювати обрану систему з її відповідними процесами.

Будь-який транспорт, зокрема сільськогосподарський, розрахований працювати у певних умовах довкілля.

Базовими умовами експлуатації є:

- дорожні умови, що визначають режим роботи транспорту (технічна категорія дороги, якість та вид дорожнього покриття, елементи дороги у плані та профілі);
- транспортні умови, що визначають детермінанти, що впливають

інтенсивність руху транспорту певному ділянці, швидкість транспортного потоку;

- атмосферно-кліматичні умови, які впливають як на технічний стан роботи транспортних засобів, а й у час доставки вантажів, і навіть на вибір схеми руху (маршруту);

- матеріально-технічні, матеріальні умови. Атмосферно-кліматичні умови, тобто, погода суттєво впливає на ефективність роботи транспортних засобів та оперативність доставки вантажів.

Аналіз джерел дозволяє виділити основні компоненти національних транспортних систем (НТС), які є найбільш уразливими під впливом кліматичних умов [9].

На елементи транспортної системи суттєво впливають наслідки кліматичні умови, що відбивається не лише на вартості перевезень різноманітних вантажів, а й на проектуванні транспортної інфраструктури, яка має враховувати надійність та пропускну спроможність транспортних систем.

Погода, опади, сильні вітри та екстремальні температури, істотно впливають на характеристики транспортного засобу (тягу, стійкість, маневреність), інфраструктуру дороги, ризик зіткнення, транспортний потік.

Вплив погоди на ефективність руху досліджуються переважають у всіх країнах, т.к. даний чинник є визначальним щодо витрат і формуванні тарифів перевезень.

У таблиці 1.2 наведено дані про вплив різних погодніх явищ на автомобільні дороги, рух транспорту та оперативні рішення (що характеризують такий елемент як «інститути дорожньої мережі», основне завдання яких перетворювати інфраструктуру та транспортні засоби на робочі транспортні мережі).

За даними досліджень, опублікованих на US Department of Transportation «Вплив погоди на потік артеріального трафіку» та «Управління сигналом дорожнього руху» погодні умови впливають на мобільність [11]. умов (наприклад, великі вантажівки) також знижують

пропускну здатність дороги.

НУВІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.2 - Вплив погодних явищ на дороги, рух та операційні рішення

| Змінні погоди | Вплив дорожнього полотна | Вплив руху | Операційні дії |
|---|---|--|---|
| Швидкість вітру | Відстань видимості (через видування снігу, пилу) Обструкція смуг (через вітровий сніг, уламки) | Швидкість руху Затримка часу у дорозі Аварійний ризик | Продуктивність автомобіля (наприклад, стабільність) Контроль доступу (наприклад, обмеження типу транспортного засобу, закриття дороги) Підтримка ухвалення рішення щодо евакуації Продуктивність автомобіля (наприклад, тяга) Можливості/поведінка водія Стратегія поводження з дорогами Час руху сигналу Обмеження швидкості Підтримка прийняття рішень щодо евакуації Інституційна координація |
| Атмосферні опади (Тип, швидкість, час початку/закінчення) | Відстань видимості Тертя Обструкція смуг | Пропускна здатність Швидкість руху Затримка часу у дорозі Аварійний ризик | Можливості/поведінка водія Контроль доступу Обмеження швидкості |
| Туман | Відстань видимості | Швидкість руху Дисперсія швидкості Затримка подорожі/ доставки вантажів Аварійний ризик | Можливості/поведінка водія Контроль доступу Обмеження швидкості |
| Рівень води | Переміщення смуги | Швидкість руху Дисперсія швидкості Затримка подорожі/ доставки вантажів Аварійний ризик | Можливості/поведінка водія Контроль доступу Обмеження швидкості |

Погодні умови знижують артеріальну мобільність та ефективність планів синхронізації трафіку. За сигналізованими артеріальними маршрутами зниження швидкості може коливатися від 10 до 25% на мокрому асфальті і від 30 до 40% зі сніговим покриттям (таблиця 1.3).

НУВІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.3 Зниження потоку трафіку автостради через погоду

| Погодні умови | Скорочення потоку трафіку, % | | | |
|------------------|------------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| | Середня швидкість | Швидкість вільного потоку | Об'єм | Місткість |
| Легкий дощ/сніг | 3-13 | 2-13 | 5-10 | 4-11 |
| Злива | 3-16 | 6-17 | 14 | 10-30 |
| Снігопад | 5-40 | 5-64 | 30-44 | 12-27 |
| Низька видимість | 10-12 | | | 12 |

Отже, основними параметрами під час аналізу скорочення потоку трафіку розглядаються середня швидкість потоку, швидкість вільного потоку, обсяг потоку та місткість, тобто, інтенсивність обсягу трафіку за одиницю часу.

Для оптимальної маршрутизації використовують різні запатентовані способи інформування водіїв транспортних засобів, що визначають максимальну пропускну спроможність цього напрямку [56].

Аналіз показав, що 23% одноразової затримки на дорогах відбувається через сніг, лід та туман. Це становить, за оцінками, 544 млн годин затримки на рік. Дощ та сніг призводять до найбільших простоїв.

Дослідники вимірювали погодинні обсяги руху під час хуртовин і порівнювали їх із звичайними обсягами погодинного обсягу, що відповідають тому ж типу дня/часу/сезону. Виходячи з цього, для кожного випадку були отримані погодинні коефіцієнти зменшення кожної категоризованої групи (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 - Вплив снігового шва на обсяги руху

| Снігопад, мм | Будні (діапазон зменшення обсягу), % | Вихідні дні (діапазон зменшення обсягу), % |
|--------------|--------------------------------------|--|
| <25 | 7-17 | 19-31 |
| 25-75 | 11-25 | 30-41 |
| 75-150 | 18-34 | 39-47 |

Аналіз даних показав, що скорочення обсягу збільшилося із загальним снігопадом, але скорочення було менше під час пікового годинника і в будні дні, ймовірно, через недискреційний характер більшості поїздок по буднях.

Щоб визначити індивідуальні впливи змінних погоди на швидкість, швидкість була регресована щодо стану дорожнього покриття, швидкості вітру та видимості, використовуючи критичні значення. Результати показали, що це коефіцієнти були статистично значимими, але з високим рівнем мінливості результатів (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Вплив умов довкілля на швидкість

| Чинник | Зменшення швидкості (км/год) |
|--------------------|--|
| Вологий (дощ) | 9,5 |
| Сніг | 16,4 |
| Вітер >24 км/год | 11,7 (варіація падіння швидкості висока) |
| Видимість <0,28 км | 0,77 на 0,01 км нижче критичного |

Дослідники дійшли висновку, що оскільки ці фактори досить часто мають місце, слід враховувати погоду в плані продуктивності та рівня обслуговування.

Також було проведено низку досліджень, присвячених впливу дощу на рух транспорту (таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 - Вплив дощу на зменшення швидкості руху

| Чинник | Місце дослідження | | |
|------------|-------------------|------------|--------------|
| | Київ | Вінниця | Хмельницький |
| Легкий дощ | 1,9-12,9 км/год | 9,5 км/год | 3-5% |
| Злива | 4,8 – 16,1 км/год | 9,5 км/год | 3-5% |

Дослідження показало, що під час дощу час у дорозі збільшився на 3,4 - 25%.

Дані результати необхідно враховувати розробки схем перевезення сільськогосподарських вантажів, т.к. дані вантажі розрізняються за фізико-механічними та біохімічними властивостями, ступеня використання вантажопідйомності транспортних засобів, способу вантажно-розвантажувальних робіт, терміновості та періодичності перевезень. Збільшення часу в дорозі відбивається негативно на транспортуванні вантажів, що підлягають перевезенню в стислий термін (що швидко псуються), що лімітуються агротехнічними вимогами. Наприклад, при автомобільних перевезеннях худоби навіть за дотримання всіх правил відбувається зменшення їхньої маси. Причому втрати тим більше, чим триваліше перевезення. Перевезення молока, навіть за дотримання температурного режиму, має перевищувати 15-20 годин, т.к. це швидкопсувний продукт і необхідно забезпечити безперебійне і своєчасне вивезення з пункту виробництва до пунктів переробки. Отже, збільшення часу перевезень, що з погодними умовами викликає суттєве зростання витрат, що відбувається на ефективності діяльності підприємств сільськогосподарської галузі.

1.3 Аналіз факторів, які впливають на виробничі процеси внутрірайонного перевезення сільськогосподарської продукції

Виробничий процес перевезення сільськогосподарських вантажів, в

силу своєї складності та багатокomпонентності, схильний до впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, значна частина яких виступає прямими та непрямими обмеженнями процесу, що обумовлено специфікою діяльності сільськогосподарського товаровиробника [38] та вимогами до організації перевезення різних сільгоспвантажів.

Залежно від виду процесу перевезення виділяються різноманітні чинники впливу. Так наприклад, фактори, що впливають на міжнародні вантажоперевезення, з високою ймовірністю можуть виявитися неактуальними для національних і внутрішньорайонних перевезень [38, 50].

Внутрішньорайонне перевезення сільськогосподарських вантажів – це сукупність процесів по переміщенню сільськогосподарських вантажів від сільськогосподарського товаровиробника до споживача (або від постачальника до сільськогосподарського товаровиробника), за умови, що вони знаходяться в межах певного територіально-адміністративного району.

На рисунку 1.7 представлені логічні схеми внутрішньорайонного перевезення сільгоспвантажів [6].

На рисунку 1.8, виходячи з розуміння процесу внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів, представлені фактори його зовнішнього та внутрішнього оточення.

Вплив факторів зовнішнього та внутрішнього оточення на формування системи критеріїв та обмежень внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів подано у таблиці 1.7.

Такі фактори як «соціально-економічний стан території» та «розвиток промисловості у регіоні» власними силами обмеження не формують, проте впливають на розвиток переробного сектора та виробництва, стан транспортної інфраструктури тощо.

НУБІП України

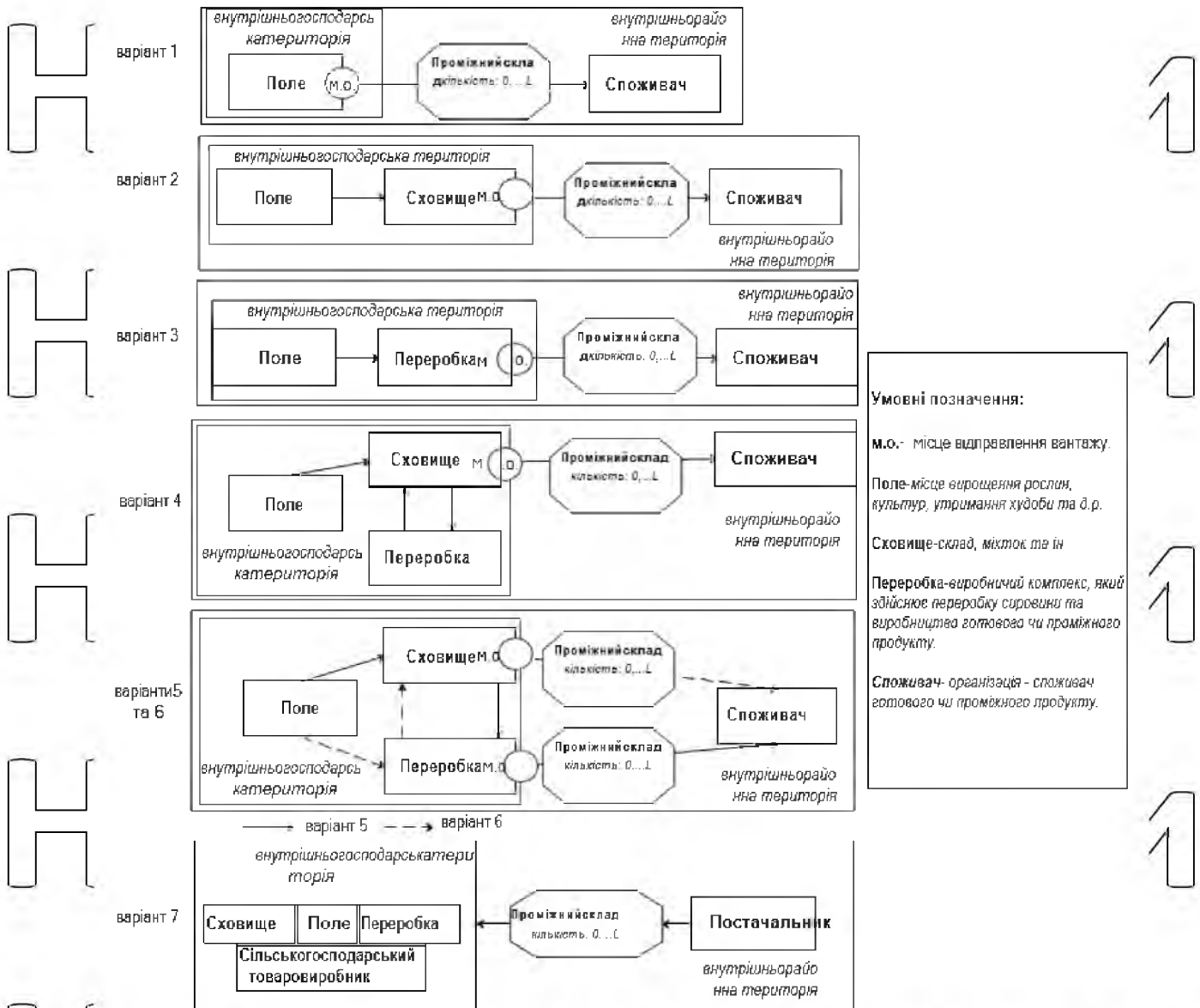


Рисунок 1.7 - Логічні схеми процесу внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів

Такі фактори як «соціально-економічний стан території» та «розвиток промисловості у регіоні» власними силами обмеження не формують, проте впливають на розвиток переробного сектора та виробництва, стан транспортної інфраструктури тощо.

Таблиця 1.7 Вплив факторів зовнішнього та внутрішнього оточення на формування системи критеріїв та обмежень внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів

| Вид фактора | Чинник | Зміст фактора | Формоване обмеження | Показники системи «критеріїв та обмежень» | |
|-------------------|---|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Зовнішнє оточення | стан транспортної інфраструктури району | стан дорожнього покриття | швидкість транспорту руху вимоги до транспортного засобу | - терміни перевезення; - пошкодження вантажу тип транспортного засоби | |
| | | протяжність до ріг | мін відстань між пунктом відправлення та пунктом призначення | - терміни перевезення; - пошкодження вантажу; - вартість перевезення/експлуатаційні витрати | |
| | | нормативно-правові обмеження вантажоперевезення | нормативи перевезення певного типу вантажу | вимоги до організації процесу перевезення умови [27] температурні | - терміни перевезення; - тип транспортного засоби |
| | природно-кліматичні умови | тривалість сезону збору/посадки погодні умови в процесі перевезення | встановлені терміни збирання/вивезення культур швидкість руху транспорту, зовнішні умови реалізації вантажно-розвантажувальних робіт | - терміни перевезення; - пошкодження вантажу - терміни перевезення; - технічна швидкість руху; - пошкодження вантажу | |
| | | рельєф місцевості | тип дорожнього покриття, довжина колії | - терміни перевезення; - технічна швидкість руху; - пошкодження вантажу | |
| | ринок товарів та послуг | рівень цін у регіоні | вартість товарів та послуг (ціна на паливо, вартість робочої сили та ін.) | - вартість перевезення | |
| | | розвиненість ринку товарів та послуг | кількість організацій, що надають послуги з перевезення вантажів, наявність (розвиненість ринку) робочої сили у регіоні та іншій. | - Терміни перевезення | |
| | адміністративно-управлінський | форма організації діяльності сільськогосподарського товаровиробника дителя | способи перевезення (самостійно, централізовано, аутсорсинг) | механізація вантажо-розвантажувальних робіт | - вартість перевезення; - пошкодження вантажу; - вартість перевезення |
| | | | | | - терміни перевезення; - пошкодження вантажу; - вартість перевезення |

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ І МОДЕЛІ

2.1 Транспортування та показники пошкодження сільськогосподарських вантажів

Сільське господарство та транспорт – дві галузі, які неможливо розглядати окремо одна від одної, т.к. джерела продовольства та інших економічних продуктів мають бути доступними під час розподілу сільськогосподарської продукції до ринків та місць збуту. Тому адекватна транспортна мережа та ефективні операції з перевезення є необхідними умовами, що впливають на ефективний фізичний розподіл сільськогосподарської продукції [39].

Ефективність дорожньої галузі значною мірою визначається якістю прийнятих проектних та організаційно-технологічних рішень, управління та забезпечення дорожніх робіт. Обґрунтування рішень завжди розглядалося як найважливіша функція управління. Одним із найбільш ефективних засобів обґрунтування рішення вважається економіко-математичне моделювання систем та процесів на автомобільному транспорті. Надалі можливе використання метатеорії для опису процесу транспортування [10].

Мальцев Ю.А. дає таке визначення терміна "Економіко-математичні моделі - це моделі класичної математики та дослідження операції з економічними критеріями". Виходячи з цього, можна дати наступне тлумачення поняття

«економіко-математичне моделювання на автомобільному транспорті (у дорожньому будівництві),

Однією з базових моделей ЕММ, що застосовуються на автомобільному транспорті та при організації дорожнього руху та перевезень, є моделювання методами мережевого планування, з якого описуються процеси обслуговування та ремонту автомобілів, будівельні процеси, і навіть перевізні операції. У графіку-моделі відображаються:

- послідовність виконання кожної із операцій технологічних робіт;
- порядок використання техніки, матеріальних та трудових ресурсів;

- тривалість (терміни початку та завершення) робіт з перевезення вантажів різного призначення;
- наявність прихованих резервів (ресурсів) часу, техніки, коштів.

У цьому слід зазначити, що організація сільськогосподарських перевезень і сільськогосподарських робіт можлива з допомогою універсальної техніки, що дозволяє скоротити номенклатуру машин, призначених до виконання певної сукупності операцій виробничих процесів [18].

Найбільш поширеним класом подібних моделей були лінійні календарні графіки, які відрізняються простотою побудови, наочністю, зручністю отримання інформації про терміни та склад виконання робіт. При цьому необхідно відзначити, що лінійні календарні графіки жорстко фіксують один із безлічі альтернативних варіантів проведення робіт. Оскільки перевезення

будь-яких вантажів, зокрема сільськогосподарських, є складним динамічним імовірнісним процесом, необхідно враховувати неминучість відхилень від затверджених планів вантажоперевезень, що має знаходити свій відбиток на графіках. Процес перевезень сільськогосподарських вантажів складається з безлічі різноманітних «робіт», тому коригування лінійних графіків не завжди видаються можливими і найчастіше вимагають їх переробки. Крім того, на

лінійному календарному графіку досить важко виділити безрезервні, найбільш напружені роботи, що лімітують вантажоперевезення загалом. Враховуючи дані фактори ускладнює використання календарних графіків на стадії управління виконанням робіт із сільськогосподарських перевезень. Пошуки нових методів планування призвели до застосування мережових моделей, що дозволяють інтегрувати сучасні досягнення математики та обчислювальної техніки.

Мережева модель є варіантом мережного графіка і є логіко-математичну модель транспортного процесу, який представлений у вигляді взаємопов'язаного комплексу подій і робіт.

Основними елементами мережевої моделі є:

Подія – момент початку (початкова подія визначає початок

вантажоперевізного процесу) чи закінчення (завершальна подія – факт завершення вантажоперевезень) будь-якої роботи (процесу). У цьому слід зазначити, що подія немає тривалості і споживає ресурси.

Пізня дата здійснення події – граничний час здійснення події, недотримання якої (перевищення) тягне за собою зрив термінів початку наступних робіт та завершення вантажоперевезень загалом.

Резерв часу – різниця (різниця) між пізнім та раннім термінами здійснення події.



Рисунок 2.2 – Різновиди «робіт» при побудові мережевої моделі. Дійсна (фактична) робота – процес, що характеризується витратами часу та ресурсів (матеріальних, трудових, технічних).

Робота – процес, що передусє скоєнню будь-якої події. Це діяльність виконавців у період між двома суміжними подіями, які мають кілька різновидів, представлених рисунку 2.2.

Очікування – технологічна перерва у роботі, тобто. робота, яка споживає ресурси, але потребує витрати часу.

Фіктивна робота (залежність) – робота, яка потребує ресурсів ні витрат часу, тобто логічний зв'язок між подіями, що показує, що можливість початку однієї роботи залежить від результатів іншої.

При мережевому моделюванні дійсну роботу та очікування позначають суцільними стрілками, а фіктивну роботу (залежність) пунктирними. Якщо мережевий графік побудований без масштабу, то над стрілками обов'язково проставляється тривалість роботи у одиницях часу.

У практиці транспортного та дорожнього будівництва зустрічається безліч різних форм мережових графіків (рис. 2/3).



Рисунок 2.3 Приклад стрілоподібної діаграми (мережового графіка),

демонструє різні варіанти транспортування сільськогосподарської продукції від «Підприємства-виробника» до «Ярмарку»

Аналіз мережного графіка та проведення розрахунків дозволяє визначити оптимальний шлях транспортування сільськогосподарської продукції від підприємства-виробника до місця збуту.

Дослідження мережного графіка, представленого рисунку 2.3, показує:

- оптимальний шлях «Я-11-10-7-2-П» - час у дорозі 10 годин,
- альтернативні маршрути: «Я-11-10-7-3-П» та «Я-12-10-7-2-П» - час у дорозі 12 годин відповідно.

Даний мережний графік можна спроектувати на реальну карту території, що дозволить оптимізувати перевезення сільськогосподарської продукції з урахуванням реальної дорожньої ситуації

При побудові та використанні мережного планування для організації вантажоперевезень сільськогосподарської продукції необхідно враховувати, що справді необхідний час може залежати від багатьох факторів: дорожня ситуація, погодні умови тощо, що визначає час як імовірнісну величину, яка потребує додаткових розрахунків.

Основними критеріями та обмеженнями внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів, а також вплив на них факторів зовнішнього та внутрішнього середовища є:

Обмеження терміну перевезення.

У виробничому процесі перевезення сільськогосподарських вантажів час може виступати як критерій та обмеження. Подання «Часу» як обмеження обумовлено специфікою деяких видів сільськогосподарських вантажів, сезонністю збирання врожаю [21]. Отже, має

місце така нерівність: $T_{\text{факт}} \leq T_{\text{норм}}$, де $T_{\text{факт}}$ - це фактичний час, що витрачається на виконання всіх операцій по здійсненню перевезення сільськогосподарських вантажів, а $T_{\text{норм}}$ - час, обумовлений специфікою сільськогосподарського вантажу або загального виробничого процесу, протягом якого необхідно здійснити перевезення конкретного сільськогосподарського вантажу.

Критерієм час є у разі оптимізації процесу перевезення вантажів і, отже, $T_{\text{факт}} \rightarrow \min$.

Виходячи з представлених на рисунку 1.7 логічних схем внутрішньорайонного перевезення сільгоспвантажів, можна розрахувати час, необхідний для фактичної реалізації цього процесу ($T_{\text{факт}}$):

$$T_{\text{факт}} = s \times T_{\text{погр}} + T_{\text{розг}} + T_{\text{перев.}} + T_{\text{уо}} + T_{\text{під}}, \quad (2.1)$$

де s - кількість рейсів, яку може бути перевезений однорідний вантаж масою Q . $T_{\text{погр}}$ - час, що витрачається здійснення вантажних робіт різних етапах вантажоперевезення залежно від обраної схеми процесу вантажоперевезення.

У таблиці 2.1 представлені фактори, що безпосередньо впливають на тривалість процесу внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів.

Критерій «пошкодження вантажу» впливає на вартість перевезення, тобто, чим вищий відсоток ушкодження, тим вища вартість перевезення 1 одиниці маси вантажу. Як наслідок, $F_{\text{факт}} \rightarrow \min$, де $F_{\text{факт}}$ - абсолютний або відносний показник, що вказує кількість сільськогосподарського вантажу,

пошкодженого в процесі перевезення (у натуральних одиницях або в % від загального об'єму вантажу, що перевозиться) [18].

Таблиця 2.1 – Фактори, що впливають на тривалість процесу

внутрішньорайонного перевезення вантажу

| Змінна, годин | Найменування змінної | Чинники, що впливають на змінну |
|---------------------|---|--|
| $T_{\text{погр}}$ | Час, що витрачається на здійснення вантажних робіт | вид сільськогосподарського вантажу; наявність засобів механізації навантаження; вид упакування; - людський фактор (ставлення до процесу навантаження, продуктивність праці тощо) |
| $T_{\text{розг}}$ | Час, що витрачається на здійснення розвантажувальних робіт | вид сільськогосподарського вантажу; наявність засобів механізації розвантаження; вид упакування; - людський фактор (ставлення до процесу розвантаження, продуктивність праці тощо) |
| $T_{\text{перев.}}$ | Час, що витрачається на транспортування вантажу | стан дорожнього покриття; дальність перевезення (відстань); швидкість руху транспортного засобу; - технічні характеристики транспортного засоби (вантажопідйомність); - людський фактор (дотримання вимог до процесу перевезення, відхилення від маршруту та ін.) |
| $T_{\text{оу}}$ | Час, що витрачається на здійснення управлінсько-адміністративних операцій | - способи та методи перевірки стану та збереження вантажу; - надійність постачальника послуг вантажоперевезення (надійність персоналу та транспортних засобів, що здійснюють перевезення вантажів); складання та перевірка документації; ухвалення управлінського рішення |
| $T_{\text{під}}$ | Час руху транспорту без вантажу | стан дорожнього покриття; відстань; швидкість руху транспортного засобу; технічні характеристики транспортного засобу; людський фактор; адміністративно-управлінський фактор |

Формулу розрахунку показника ушкодження сільськогосподарського

вантажу, що у виробничому процесі перевезення можна так:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{погр}} + P_{\text{розг}} + P_{\text{перев.}} + P_{\text{єств}} + P_{\text{зберіг}} \quad (2.2)$$

де $P_{\text{погр}}$ - пошкодження сільськогосподарського вантажу при здійсненні вантажних робіт на різних етапах вантажоперевезення в залежності від обраної схеми процесу вантажоперевезення;

$P_{\text{розг}}$ - ушкодження сільськогосподарського вантажу під час здійснення розвантажувальних робіт різних етапах вантажоперевезення залежно від обраної схеми процесу вантажоперевезення;

$P_{\text{перев}}$ - пошкодження сільськогосподарського вантажу при безпосередньому перевезенні;

$P_{\text{єств}}$ - зменшення маси вантажу у процесі перевезення з допомогою природних причин;

$P_{\text{зберіг}}$ - пошкодження вантажу в процесі очікування перевезення на пункті відправлення чи проміжному пункті зберігання.

У таблиці 2.2 подано залежність ушкодження сільськогосподарських вантажів у процесі внутрішньорайонного перевезення від різних факторів.

Таблиця 2.2 - Фактори, що впливають на пошкодження

сільськогосподарських вантажів у процесі внутрішньорайонного перевезення

| Змінна, % від загальної маси вантажу | Найменування змінної | Чинники, що впливають на змінну |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| $P_{\text{погр}}$ | Пошкодження в процесі навантаження | - вид сільськогосподарського вантажу; - спосіб навантаження (наявність засобів механізації навантаження, час, що витрачається на навантаження); - вид упакування; - людський фактор (ставлення до процесу навантаження, дбайливість і т.д.) |

| | | |
|---------|---|--|
| Ррозг | Пошкодження в процесі розвантаження | - вид сільськогосподарського вантажу; - спосіб розвантаження (наявність засобів механізації розвантаження, час, що витрачається на розвантаження); - вид упакування; - людський фактор (ставлення до процесу навантаження, дбайливість і т.д.) |
| Рперев. | Пошкодження в процесі транспортування | - вид сільськогосподарського вантажу; - стан дорожнього покриття; - дальність перевезення (відстань); - швидкість руху транспортного засобу; - технічні характеристики транспортного засобу [17]; - вид упакування; - людський фактор (дотримання вимог до процесу перевезення); - природне зменшення в процесі перевезення |
| Реств | Природний спад | - усушка, усадка залежно від виду сільськогосподарського вантажу у процесі зберігання [6]; - усушка, усадка в залежності від виду сільськогосподарського вантажу в процесі перевезення |
| Рзберг | Пошкодження в процесі зберігання (природний спад) | - неуховання у процесі зберігання, за недотримання умов зберігання; - недостатня кількість ТЗ для своєчасного здійснення процесу перевезення |

У виробничому процесі внутрішньорайонного перевезення сільськогосподарських вантажів вартість (Сфакт) є інтегральним критерієм, значення якого прагне мінімуму [17]. Проте специфіка сільськогосподарських вантажів обумовлює необхідність постановки чітких вимог, які, своєю чергою, лімітують процес мінімізації показника Сфакт, зводячи його значення до оптимального у конкретних умовах, у виконанні системи критеріїв і обмежень

[11]
Отже, $S_{факт} \rightarrow \min$, за умови, що $T_{факт} \leq T_{норм}$, $P_{факт} = P_{розч}$ (або $P_{факт} \rightarrow \min$).

Крім того, існує низка об'єктивних та суб'єктивних умов, що впливають на вартість перевезення вантажів, таких як: конкуренція у регіон; вартість робочої сили; вартість палива; форма організації перевезення; витрати на організацію зберігання, оплату праці та інші.

2.2 Врахування у математичній моделі, що використовується для оптимізації перевезення вантажів, дорожніх та природно-кліматичних умов

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} c_{ij} \rightarrow \min$$

$$\forall x_{ij} \geq 0$$

$$\forall c_{ij} \geq 0$$

де c_{ij} - тариф, x_{ij} - вантаж, що перевозиться на ділянці з тарифом c_{ij} .

Наведена вище модель описує загальні умови перевезення при відомих тарифах, попиті на однорідний вантаж з боку споживачів і можливостях задовольнити цей попит з боку постачальників. Одноразово встановлюваний тариф на вантажоперевезення з пункту «А» до пункту «Б» не дозволяє взяти до уваги забезпечення збереження вантажу – особливо це стосується вантажу, що легко ушкоджується, зокрема плодоовочевої продукції.

- При транспортуванні. При цьому також не береться до уваги співвідношення «якості» вантажу у вихідних точках і кінцевих пунктах призначення.

У реальних умовах на зберігання вантажу істотно впливають коливання кузова транспортного засобу, що виникають через погані погодні умови (наприклад, розгойдування кузова поривами вітру) або незадовільний стан дорожнього покриття. При цьому погодні умови також можуть суттєво впливати і на стан дорожнього покриття, якщо йдеться, наприклад, про ґрунтові дороги (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 Зміна стану дороги через погоду та сезон

Необхідно враховувати вплив погодних та дорожніх умов на транспортування вантажу шляхом відсікання, по-можливості, маршрутів, що реально або потенційно піддаються їх впливу. Для зміни або певного «відсікання» маршрутів пропонується використовувати підвищений тариф, доводячи його до заборонного у разі таких ситуацій, як використання ґрунтових доріг за сильного дощу або снігопаду; сильному рвучкому вітрі на відкритих ділянках трас; весняної повені та ін.

Змінена таблиця транспортної задачі з рахунком буде виглядати, як показано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Приклад заповнення таблиці транспортного завдання з урахуванням додаткових тарифів, що описують погодні та дорожні умови

| | | Споживачі | | | | |
|---------------|-----------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|
| | | B_1 | B_2 | ----- | B_{m-1} | B_m |
| Постачальники | A_1 | $c_{ij} + cr_{ij}$ | c_{ij} | ----- | c_{ij} | $c_{ij} + cw_{ij}$ |
| | A_2 | c_{ij} | $c_{ij} + cw_{ij}$ | ----- | $c_{ij} + cr_{ij}$ | c_{ij} |
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | A_{n-1} | c_{ij} | $c_{ij} + cr_{ij}$ | ----- | $c_{ij} + cw_{ij}$ | c_{ij} |
| | A_n | $c_{ij} + cw_{ij}$ | c_{ij} | ----- | c_{ij} | $c_{ij} + cr_{ij}$ |

Сумарні тарифи можуть визначатися на підставі додавання

(підсумовуванням або множенням) до основних тарифів, що підвищують "вагових" коефіцієнтів. Для оцінки вагових коефіцієнтів можна використовувати три види так званої передавальної функції (рисунок 2.5).

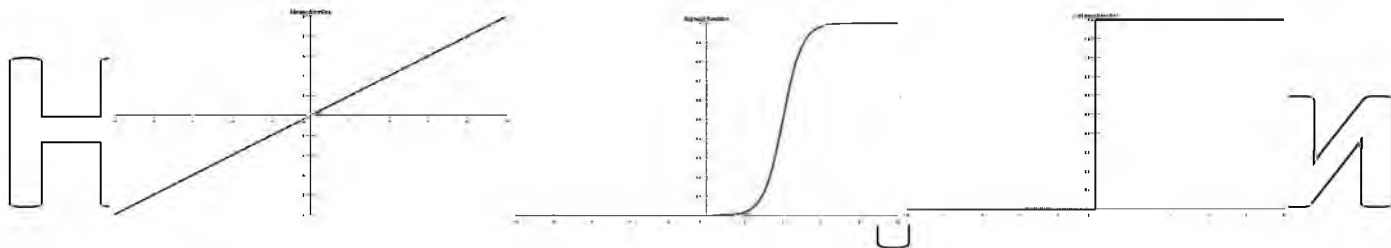


Рисунок 2.5 – Види функцій

Лінійна функція (рисунок 2.5,а) дозволить збільшувати ваговий коефіцієнт при зміні умов, однак, не зможе врахувати швидкі та різкі зміни, наприклад, метеоумов, коли необхідно заборонити пересування деякою ділянкою маршруту. Лінійне збільшення тарифу для цієї ділянки може не призвести до появи «заборонного» тарифу, а лише вирівняти його або несуттєво перевищити тариф для наявного альтернативного маршруту.

Сигмоїдальна функція (рисунок 2.5,б) має властивість посилювати слабкі сигнали краще, ніж сильні, а також запобігати насиченню від сильних сигналів, що приходять одночасно зі слабкими, що дозволяє більш "тонко налаштувати" тарифи. [77,91]

Порогова функція (рисунок 2.5, в) при наближенні до несприятливих метеоумов (сильний дощ, вітер, сніг та ін.) або пори року (весна в більшості характеризується повінь, а осінь – ранково-вечірні заморозки) дозволить «відсікати» можливість перевезення вантажу за окремими маршрутами за рахунок встановлення заборонного тарифу з рівного, наприклад, нескінченності.

Вагові коефіцієнти можна вибирати у різний спосіб, один з яких, мабуть, найбільш точно описує стан дорожнього покриття, що впливає на транспортування вантажу – це прискорення (таблиця 1.1).

Вихідні вагові коефіцієнти можуть бути отримані як на основі оцінки статистичних даних пошкоджуваності та збереження продукції, що

переміщується по цих маршрутах у різних погодних умовах, так і на основі оцінки, наприклад, прискорення безпосередньо в процесі перевезення з подальшою побудовою номограми зміни тарифу від стану дорожнього покриття та швидкості транспортного засобу у ньому.

Складемо транспортну таблицю та призначимо тарифи (у гривнях за тону вантажу) для літньої сухої та безвітряної погоди, враховуючи протяжність маршруту та географічні особливості місцевості, де він прокладений. Довільно призначимо запаси яблук на ділянках 1-3 в тоннах і встановимо потребу в продукції (таблиця 2.4) магазину, складу та мінізаводу з виробництва яблучного соку також у тоннах (як видно з таблиці – завдання закрите).

Рішення для даної таблиці в MSExcel за допомогою опції «Пошук рішення» має такий вигляд (рисунок 2.7, а).

Таблиця 2.4 Транспортна таблиця для літньої сухої та безвітряної погоди

| | Споживачі | | | |
|-----------------|--------------------|--------------|----------------------|--------|
| | B 1 (магазин 4) | B2 (склад 5) | У 3 (мінізавод 6) | Запаси |
| А1 (дільниця 1) | 6 | 3 | 4 | 40 |
| А2 (дільниця 2) | 5 | 3 | 1 | 30 |
| А3 (дільниця 3) | 1 | 2 | 3 | 20 |
| Потреби | 15 | 40 | 35 | 90 |

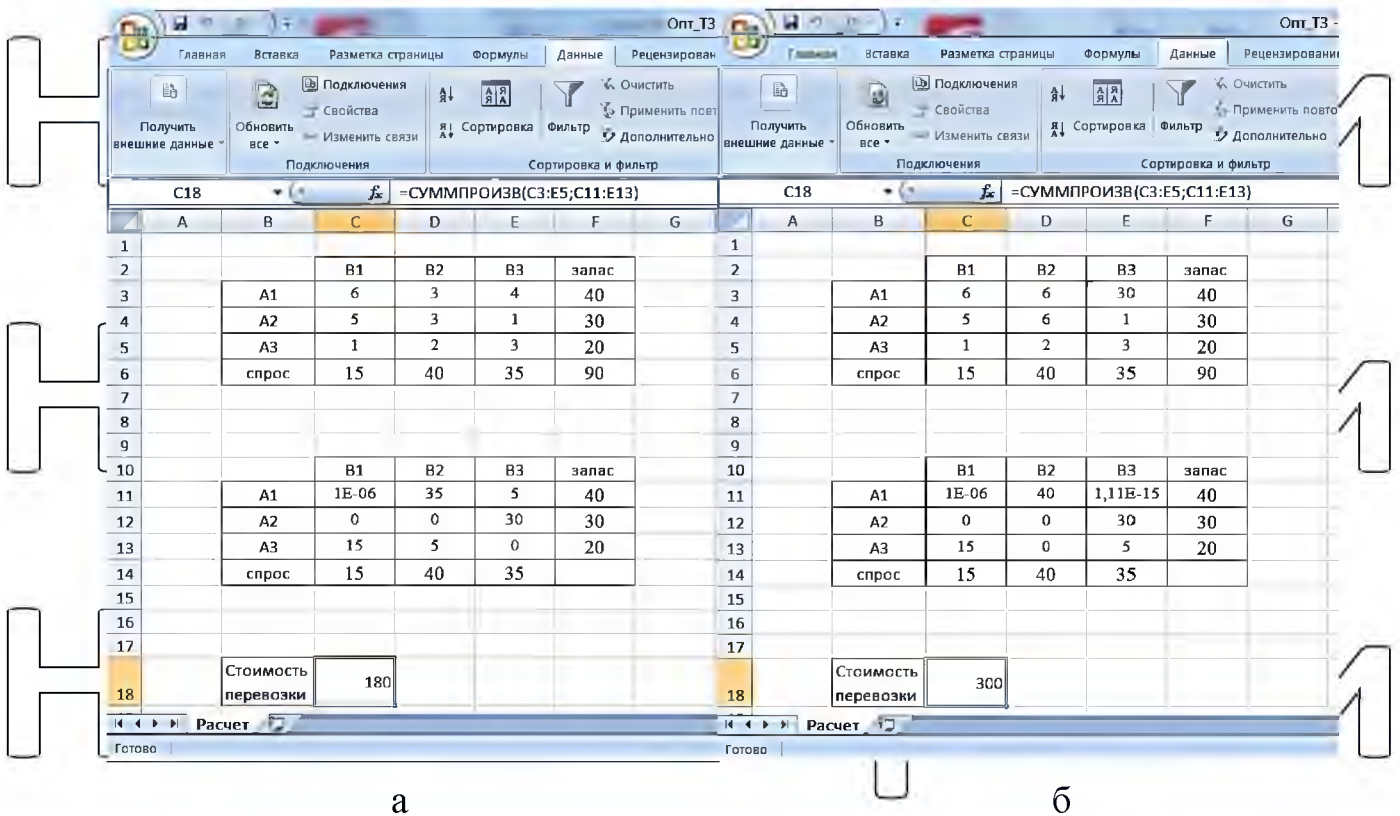


Рисунок 2.7 – Розв'язання транспортного завдання з вихідними тарифами

(а) та збільшеними внаслідок погіршення погодних умов (б)

Змінимо тарифи внаслідок зміни, наприклад, погодних умов, коли за маршрутами 1-5, 1-6, 2-5 пересуватися або небезпечно, або коливання кузова транспортного засобу суттєво зростають через погіршення стану дорожнього покриття, спричиняючи підвищення травмування плодів. Особливо це стосується маршруту 1-6, що проходить через яр, який у негоду може стати «пасткою» для транспортного засобу. Накладемо заборонний тариф на цей маршрут дорівнює сумі тарифів усіх маршрутів, а також дворазово збільшимо тарифи на маршрутах 1-5 та 2-5 (рисунок 2.7.б).

Добре видно, що маршрут 1-6 виключається з графіка транспортування продукції, у своїй, на жаль, зростає вартість транспортування. У цих умовах керівнику (власнику) слід ухвалити рішення щодо вирішення даної дилеми – або прийняти ризики збереження маршруту за зміни умов, або гнучко змінювати маршрут, розуміючи, що це дозволяє, зрештою, зберегти техніку, продукцію і, можливо, життя водія транспортного засобу.

Тут же слід зазначити, що для мінізаводу з виробництва соку не така «критична» пошкоджена продукція, якщо вона відразу ж надходить на переробку. Однак, критично стан техніки, що її перевозить, зокрема стан вузлів і деталей підвіски транспортного засобу, витрати на ремонт якої можуть суттєво перевищити різницю між вартістю перевезення в теплу та суху літню погоду та весняну бездоріжжя [41].

Висновки

Пропонований метод обліку в тарифах природно-кліматичних та дорожніх умов дозволить уточнити їх на основі запровадження вагових коефіцієнтів, що змінюють тарифи аж до заборонних за лінійним, пороговим або сигмоїдальним законом.

Оцінка вагових коефіцієнтів, що збільшують тарифи, може бути проведена на основі побудови номограми зміни тарифів від стану дорожнього покриття та швидкості на ньому на підставі оцінки статистики ушкодження плодоовочевої продукції залежно від погоди та пори року.

Хоча загальна вартість перевезення при запропонованому підході зростатиме щодо вихідного оптимізованого рішення, проте це зростання компенсуватиметься зниженням витрат на ремонт транспортних засобів, у яких підвищується інтенсивність зношування деталей та вузлів підвіски на дорогах з покриттям, що змінюють свій стан від, наприклад, наявності або відсутності опадів та їх інтенсивності.

НУБІП України

3.1 Загальна методика дослідження

В результаті теоретичного дослідження були встановлені фактори зовнішнього та внутрішнього оточення, що впливають на параметри тривалості перевезення та ушкодження сільськогосподарського вантажу.

Запропоновано математичну модель, яка описує перевезення вантажів від кількох постачальників до кількох споживачів з урахуванням погодних та дорожніх умов.

Для практичної перевірки висновків теоретичного дослідження були застосовані загальна та приватні методики дослідження.

Загальна методика дослідження базується на російських та міждержавних стандартах та технічних умовах щодо правил приймання, методів визначення якості, упаковки, транспортування, які поширюються на плодовоовочеву продукцію загалом та яблука зокрема.

Відповідно до технічних вимог яблука поділяються на два товарні сорти.

ДСТУ 34314 визначає три товарні сорти – вищий, перший, другий. ДСТУ регламентує характеристику та норми для кожного товарного сорту.

Яблука, що відносяться до кожного товарного сорту повинні мати такі властивості:

- цілісність;
- розвиненість;
- чистота;
- відсутність зайвої вологості;
- відсутність стороннього запаху та присмаку.

Яблука кожного сорту повинні відповідати нормам і вимогам, регламентованим, за показниками: зовнішній вигляд, розмір плодів по найбільшому поперечному діаметру, зрілість, відхилення, що допускаються; механічні пошкодження в м'ясах заготівлі, в м'ясах призначення;

пошкодження шкідниками та хворобами [24].

Гігієнічні вимоги безпеки та харчової цінності харчових продуктів регламентуються СанПІН 2.3.2.1078-01 [34].

Правила приймання визначають партії – кількість яблук одного товарного та помологічного сорту. Партія упакована у певну тару, яка має бути одного виду та типу розміру. Партія оформляється одним документом за формою, затвердженою в установленому порядку. Допускається оформлення одним документом кількох партій за умови їх доставки одним транспортним засобом.

При прийманні яблук допускаються такі нормативи: у першому сорті не більше 5% плодів другого товарного сорту, у другому сорті не більше 5% плодів, що не відповідають вимогам цього сорту, але придатні для споживання у свіжому вигляді [24].

Методи визначення якості. За допомогою вибіркового спостереження відбираються на перевірку із ящиків точкові проби (знизу, зверху, із середини). Вибіркова сукупність не повинна бути меншою за 25% маси яблук у вибірці, при цьому маса кожної точкової проби не повинна бути меншою за 1 кг. При зважуванні допускається похибка трохи більше 0,1 кг.

До упаковки, транспортування, маркування та зберігання також висуваються особливі вимоги.

Для транспортування плодоовочевої продукції, зокрема яблука, упаковують у ящики, визначає вимоги до дощатих, ґратчастих, а також з листових та деревних матеріалів нерозбірним ящикам [22].

Відповідно до технічних вимог яблука перевозять усіма видами критих транспортних засобів (допускається перевезення у відкритих транспортних засобах, виняток становлять вагони, за умови дотримання температурного режиму - температура не повинна опускатися нижче 0°C). При транспортуванні необхідне дотримання вимог і правил перевезення вантажів, що швидко псуються, які діють на кожному виді транспорту.

Допускається транспортування яблук транспортними пакетами [26,27].

Загальна методика дослідження лягла в основу формування приватної

методику та проведення експериментальних досліджень процесу вантажоперевезення яблук.

Графічно-концепція обліку зміни тарифу під впливом основних погодних умов представлено рисунку 3.3.

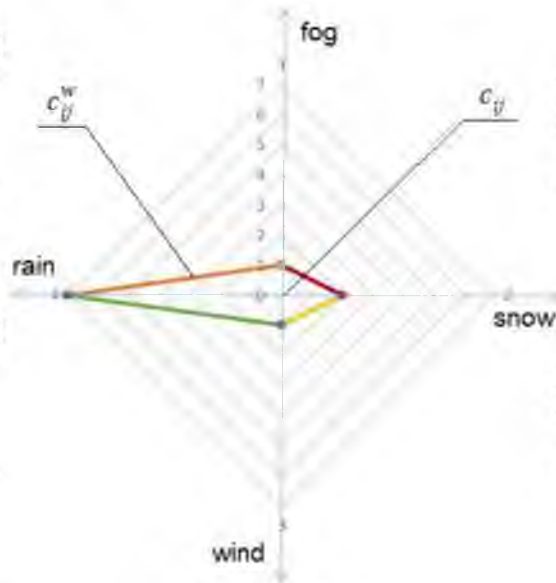


Рисунок 3.3 – Концепція обліку зміни тарифу вантажоперевезення під впливом погодних умов.

При побудові моделі, що описує процес доставки вантажів, виявлено низку чинників, які впливають формування кінцевого економічного результату – тарифу перевезення (рисунк 3.3).

Базовий тариф перевезення вантажів c_{ij} - початок координат (точка 0).

Різні погодні умови на момент перевезення збільшують тариф, наприклад, якщо очікується незначний туман, то величина тарифу встановлюється в тонці 1 осі «туман», а якщо очікується злива, то тариф встановлюється в тонці 4 осі «дощ», що відповідає максимальному збільшенню тарифу для даної території та дорожніх умов. При цьому можливий облік різних варіантів зміни погодних умов під час перевезення вантажів, що відображається переміщенням точок по лініях номограми.

Функція c_{ij}^w може бути виражена в частках або відсотках від базового тарифу перевезення вантажів c_{ij} , при цьому c_{ij}^w може виявитися істотно вищим

за базовий тариф і виступати – за наявності складних погодних умов – як забороняючий тариф.

Прийняття рішення про вибір маршруту або залишається за організацією, яка направляє водія з пункту «А» до пункту «Б», якщо організація робить акцент у будь-який спосіб мінімізувати витрати, або за водієм – у разі делегування йому повноважень щодо вибору найбільш безпечного (але не завжди оптимального з погляду витрат) маршруту [55, 105].

Перший випадок для водія є безальтернативним, а у другому можливі наступні варіанти проходження маршруту:

- оптимістичний – мінімізація часу чи відстані незалежно від погодних та дорожніх умов, спираючись лише на свою «майстерність»;

- песимістичний – прийняття до уваги всіх можливих варіантів несприятливого розвитку подій, насамперед шляхом зниження швидкості руху та об'їзду ймовірно небезпечних ділянок;

- збалансований – рух із прийняттям до уваги реальних погодних умов та стану дорожнього покриття.

Факт обліку стану дорожнього покриття при прокладанні маршруту пов'язаний і з необхідністю взяття до уваги таких «технічних» факторів

вантажоперевезень, як усунення вантажу в процесі перевезення, механічні удари вантажу об кузов, підвищення рівня вібрації в процесі руху та інші.

Зміна дорожніх покриттів, нерівності, дрібні ями та вибоїни (вибоїни) на маршруті перевезення вантажу може призвести до створення аварійної ситуації, у тому числі до перекидання автотранспортного засобу та його пошкодження або повної втрати вантажу.

Фахівці логістичних компаній добре знають, що найкоротший шлях не завжди найоптимальніший, оскільки доводиться брати до уваги якість дорожнього покриття на вибраному маршруті. Тому під час планування

маршруту фахівці з логістики намагаються уникати ділянок зі складними дорожніми умовами чи встановлюють ними додаткові обмеження швидкості. При цьому для порівняно безпечного перевезення автотранспортом овечів та

фруктів вже встановлено такі швидкісні обмеження: на дорогах регіонального значення – не більше 60 км/год, на федеральних трасах – до 90 км/год.

На жаль, такі обмеження встановлюються в основному на підставі власного досвіду – стандартів на максимальні переміщення або прискорення вантажу в процесі його транспортування немає. При цьому справді важливим

параметром є прискорення вантажу (або його окремих частин) у процесі руху транспортного засобу, а не його швидкість, оскільки саме прискорення характеризує силу інерції, що впливає на об'єкт. Інакше висловлюючись,

прискорення характеризує силове динамічне взаємодія елементів вантажу з

кузовом чи тарою, і навіть окремих одиниць вантажу між собою і тарою/кузовом. Тому чим нище величина прискорення, тим з більшою силою взаємодіють одиниці вантажу.

3.2 Методика дослідження оцінки прискорень під час перевезення сільськогосподарських вантажів

В рамках вищеописаного підходу було проведено експериментальні дослідження оцінки прискорень при перевезеннях сільськогосподарських

вантажів на різних типах доріг. Для чого використовувався автомобіль «Форд Транзит» (рисунок 3.4), який часто використовується у фермерських господарствах для перевезення невеликих партій вантажів



Рисунок 3.4 – Автомобіль із встановленим у його кузові ящиками з яблуками

Ящик з яблуками встановлювався у трьох позиціях – по діагоналі кузова автомобіля – для оцінки впливу коливань, що передаються з дорожнього полотна через підвіску автомобіля, на розташування вантажу у кузові (рис. 3.5).

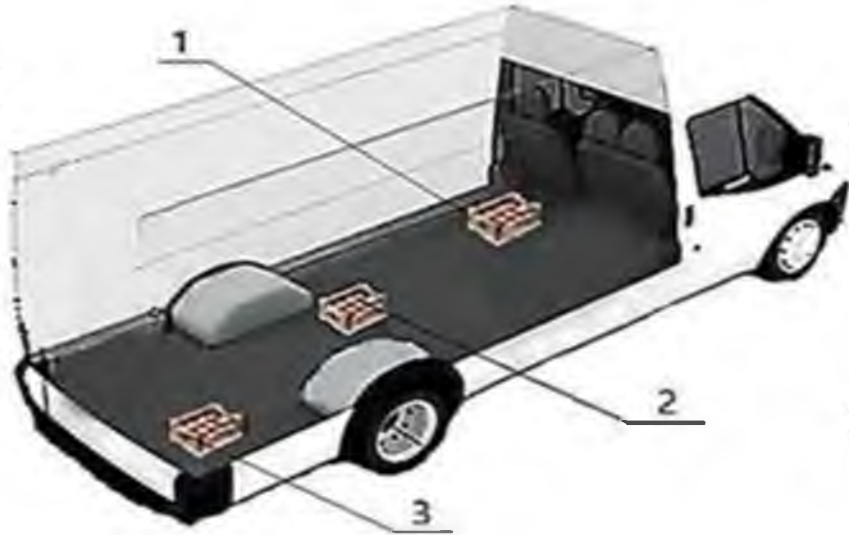


Рисунок 3.5 – Варіанти розташування ящика з яблуками у кузові автомобіля

Для проведення дослідів обрано дороги з трьома типами покриття – асфальт, щєбінь та ґрунт (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Дороги, що використовуються при проведенні експериментів: а – асфальт; б - ґрунт; в – щєбінь

Швидкість автомобіля була встановлена в діапазоні 10...50 км/год (для асфальту – максимум, для двох інших покриттів – мінімум). Час проведення експериментів – березень, котрим характерна порівняно висока «розбитість»

дорожнього покриття

Для ресетрації коливань використовувався програмне забезпечення:

"Вимірювач вібрації 1.3.6 APK for Android" для смартфона.

"Вимірник вібрації VibSensor Apk" Версія: 2.1.1 для смартфона.

Акселерометр програми Dynamic Signal Analyzer – VR Mobile.

Додаток «Вимірювач вібрації 1.3.6 APK for Android» для смартфона дозволяє вимірювати вібрацію, у тому числі землетрусу, вібрацію людського тіла або будь-яких інших об'єктів (рисунок 3.7), при цьому для запису та

аналізу результатів вимірювань використовується акселерометр смартфона.

Графік представляє запис прискорення у вигляді функції часу за трьома декартовими осями, де вісь z перпендикулярна поверхні Землі, а осі x та y паралельні поверхні



Рисунок 3.7 – Використання програмного продукту «Вимірювач вібрації

1.3.6 APK for Android» для смартфона

Додаток «Вимірювач вібрації VibSensor Apk» Версія: 2.1.1 для смартфона це віброметр, призначений для застосування в науці та техніці, де потрібні кількісні дані акселерометра та вібрації. Він перетворює ваш мобільний пристрій на віброметр або сейсмометр із простим збором, зберіганням даних (рисунок 3.8).

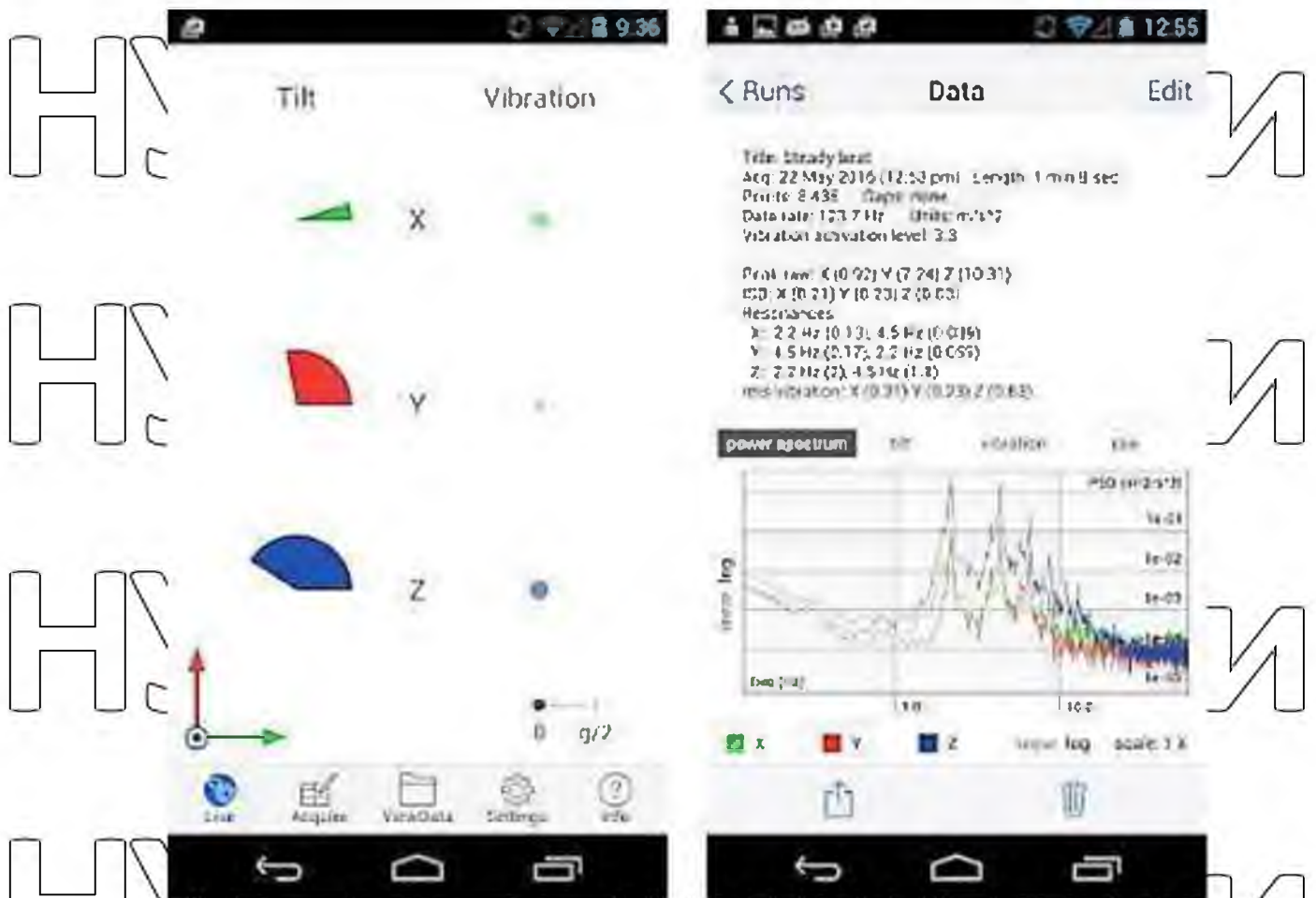


Рисунок 3.8 – Зменшений скріншот програмного продукту "Вимірник вібрації VibSensor Ark" Версія: 2.1.1 для смартфона

VR Mobile (рисунок 3.9) підключається до аналізатора динамічних сигналів ObserVR1000 або VibrationVIEW для моніторингу вібраційних випробувань у реальному часі за допомогою телефону або планшета. Він також містить інженерні калькулятори, стробоскоп, вимірювач рівня шуму та акселерометр.

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

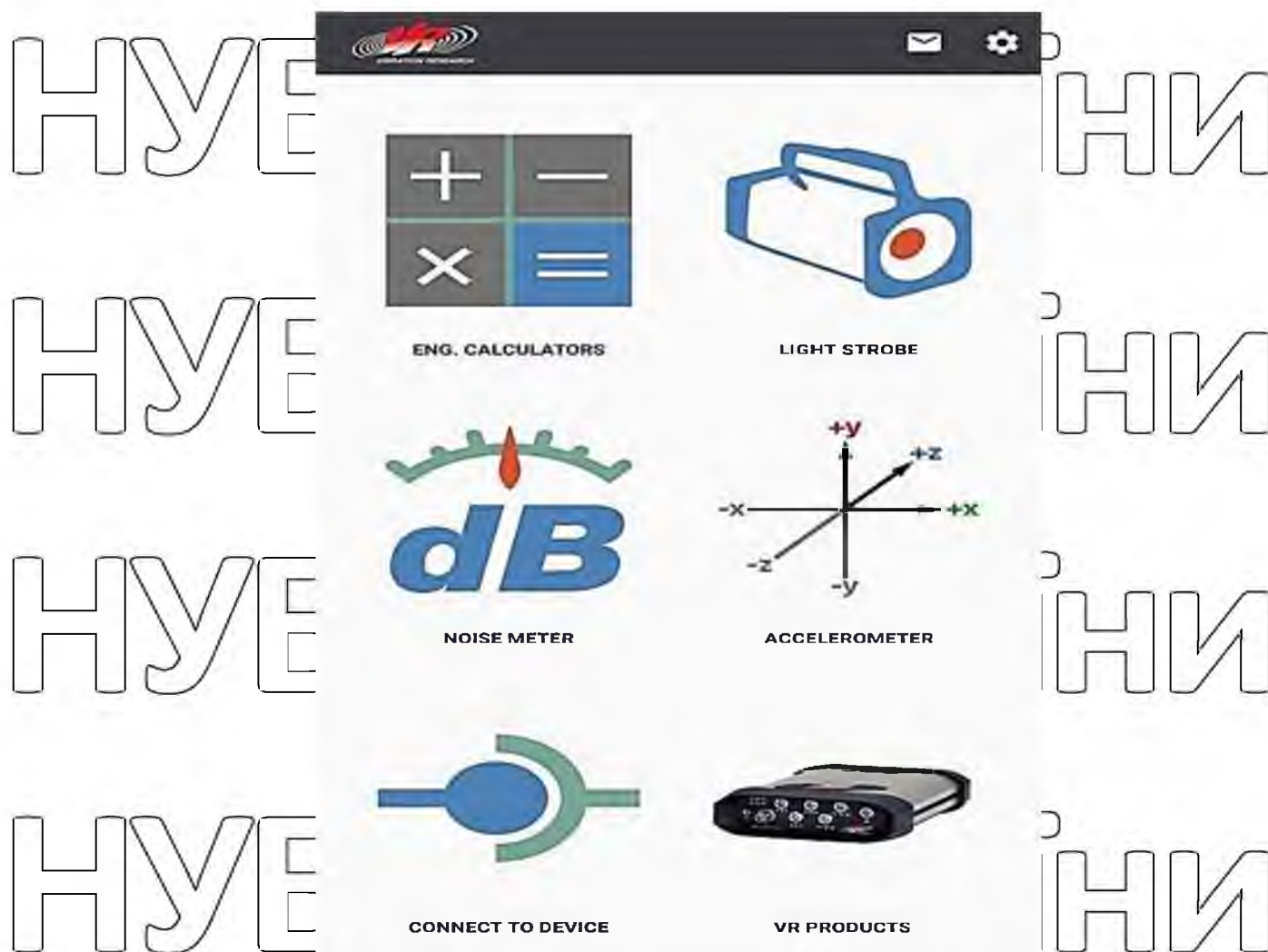


Рисунок 3.9 –Скріншот екрану програмного продукту «VR Mobile» для

смартфона

Для проведення експерименту був обраний програмний продукт "Вимірювач вібрації 1.3.6 APK for Android" для смартфона.

Як об'єкт досліджень були обрані яблука, укладені в стандартну скриньку, що розміщується в п'яти положеннях у кузові автомобіля "Ферд Транзит" (рисунок 3.11).

Смартфон із програмним продуктом був розташований у центрі ящика з яблуками (рисунок 3.10). Одночасно були зроблені відеозаписи положення як яблук у ящику, так і ящика з яблуками в кузові автомобіля під час його руху.

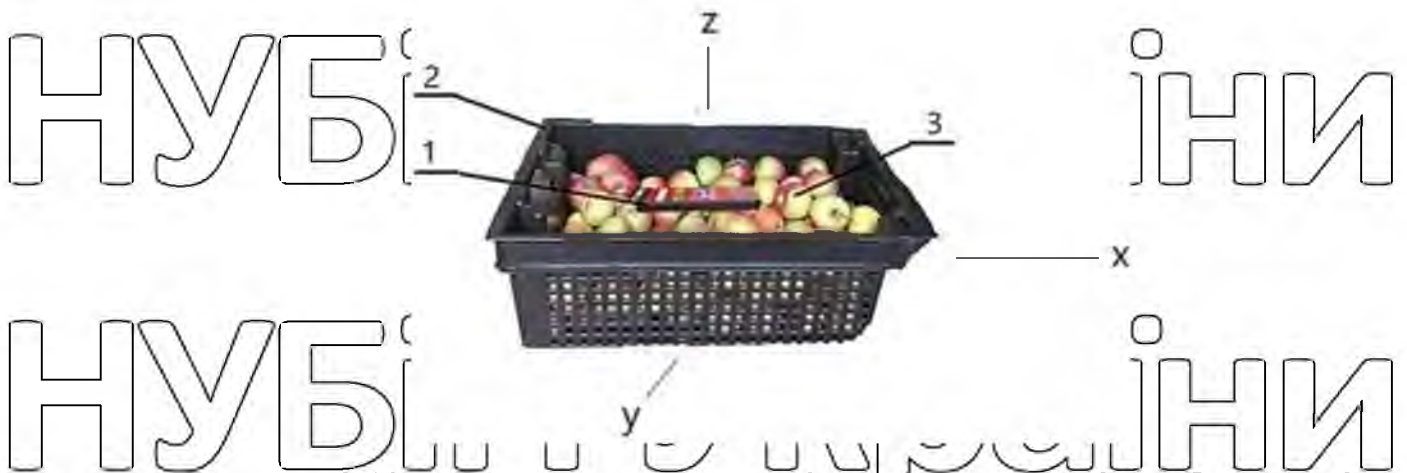


Рисунок 3.10 – Розташування смартфона 1 у ящику 2 з яблуками 3 стосовно осей координат x,y,z

Аналіз стану підвіски автомобіля показав, що достатньо використовувати одну з двох діагоналей для розміщення ящика – 1-2-3 або 2-4-5 у припущенні симетричності ударно-коливальних впливів на осі автомобіля з боку дорожнього покриття (рисунок 3.11).

Був обраний варіант 2-4-5 внаслідок наявності на цій діагоналі водія транспортного засобу, маса якого, істотно перевищує масу ящика з яблуками, може вплинути на коливальні процеси в кузові автомобіля.

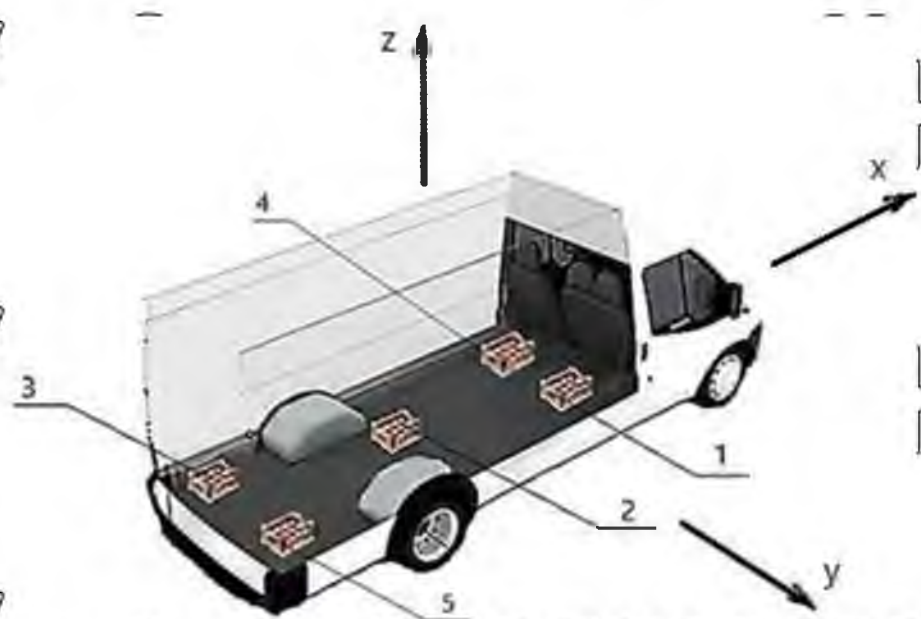


Рисунок 3.11 – Варіанти розташування ящика з яблуками в кузові автомобіля та напрямки осей вимірювання прискорення x, y, z.

Напрямки осей вимірювання прискорення збігалися з поздовжньою віссю автомобіля – вісь x , поперечною – вісь y та вертикальною – вісь z .

Для вимірювання прискорення в декартовій системі координат використовувалося програмне забезпечення "Вимірник вібрації 1.3.6 APK", встановлене на iPhone 5, який розташовували в центрі ящика з яблуками (рисунок 3.10).

Вимірювання проводилися на дорогах із трьома різними типами покриттів – асфальт, щебінь та ґрунт на швидкостях автомобіля, що знаходяться в діапазоні 20...50 км/год. При цьому межі швидкості були вибрані

на підставі попередніх вимірів прискорень яблук, які неприпустимо показали великі значення при перевищенні 20 км/год для ґрунту і щебеню, і 50 км/год – для асфальту на деяких ділянках руху.

Для вимірювання маси яблук використовувалися ваги Mercury M-ER 326AFU-LCD Post II.

Програма дослідження включала такі позиції:

- тарування програмного забезпечення для смартфона з визначенням щільності розподілу шкали у різних діапазонах вимірювань;

- визначення прискорень яблук по осях x , y , z , які були розміщені в ящику, що по черзі встановлюється в позиціях 2,4,5 при швидкостях руху автомобіля 20 км/год для ґрунту та щебеню, 30 км/год та 50 км/год – для асфальту.

Завданнями дослідження були визначення положення ящика з яблуками в кузові автомобіля, що дозволяє мінімізувати їх коливання за різних швидкостей автомобіля на різних дорожніх покриттях, а також оцінка зміни кінетичної енергії окремого плода під час транспортування.

При проведенні досліджень використано метод виміру прискорень у трьох напрямках вбудованим у смартфон акселерометром, а також класичні розрахункові методи, що дозволяють визначити швидкість яблука та його кінетичну енергію.

3.3 Методика оцінки збереження яблук після їх транспортування в кузові автомобіля.

НУБІП України

Для проведення експерименту було обрано сорт плодів «Айдаред», що має великі соковиті плоди з щільною м'якоттю, досить стійкий до пошкоджень і добре зберігається при зимовому зберіганні.

НУБІП України

Плоди (по 10 штук) були покладені в дві картонні коробки та накриті склом для зниження впливу вологості та температури в приміщенні, де проводилися експерименти, на показання обладнання.

НУБІП України

Вимірювання маси плодів здійснювалося за допомогою ваг MW-1451 SR (рисунок 3.12-3.13).



НУБІП України

Рисунок 3.12 - Ваги для підлоги, MW-1451 SR (1 - Знімна ємність для зважування; 2 - Корпус ваг; 3 - Кнопка вибору режимів роботи; 4 - Дисплей; 5 - Кнопка обнулення ваги, включення/вимкнення).

НУБІП України



НУБІП України

Рисунок 3.13 – Дисплей (6 – вага тари; 7 – негативне значення «-», 8 – вихідна вага «0», 9 - Режим зважування «Weight»; 10 - Режим вимірювання об'єму молока; 11 – вага в грамах; 12 – Вага у мілілітрах, 13 – вимір у рідних унціях, 14 – вага (фунти: унції).

НУБІП України

Вимірювання діаметра плодів здійснювалися за допомогою рулетки Р5УЗК ГОСТ 7502-98 [32] з довжиною стрічки 5 м та ціною розподілу 1 мм, клас точності – 3 (рисунок 3.14).

НУБІП України

НУБІП України



Рисунок 3.14 - рулетка Р5УЗК

НУБІП України

Вимірювання вологості та температури були проведені з використанням термогігрометра REXANT (Арт. 70-0515) (рис. 3.15, 3.16).

НУБІП України



Рисунок 3.15 – Зовнішній вигляд термогігрометра REXANT

НУБІП України

НУБІП України

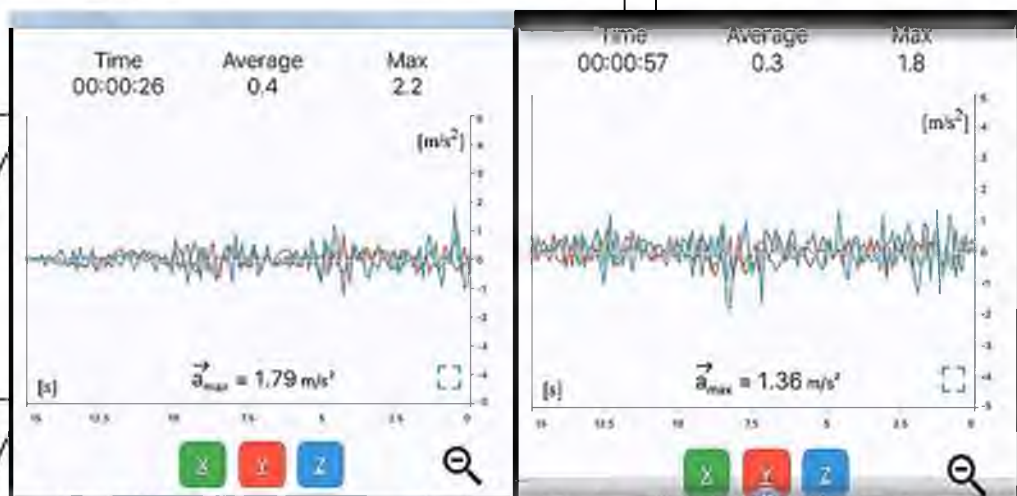
НУБІП України

РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕННЯ ЯБЛУК НА ДОРОГАХ З РІЗНИМ ПОКРИТТЯМ З ОЦІНКОЮ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ РОЗРОБЛЕНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

4.1 Визначення прискорень плодів яблук при їх перевезенні в тарі дорогах з різним покриттям

Розвинена транспортна система є надзвичайно важливою для ефективного сільськогосподарського маркетингу. Якщо транспортні послуги, тобто, послуги перевезення сільськогосподарських вантажів, неадекватні чи дорогі, то виробники сільськогосподарської продукції перебувають у невигідному становищі. Сезонні непрохідні дороги в поєднанні з поганим зберіганням можуть призвести до втрат певних сільськогосподарських культур, наприклад, молока, свіжих овочів та ін., фруктів також може бути збитковим у зв'язку з великою псуванням товару.

За допомогою програмного продукту "Вимірник вібрації 1.3.6 APK for Android" для смартфона були проведені вимірювання вібрації при перевезенні яблук по дорогах з покриттями ґрунт, асфальт, щебінь. Швидкість автомобіля становила 10-15 км/год. На рисунках 4.1 – 4.3 послідовно представлені фото екрану вимірювача вібрації під час руху дорогою з покриттям «щебінь», «асфальт» та «ґрунт».



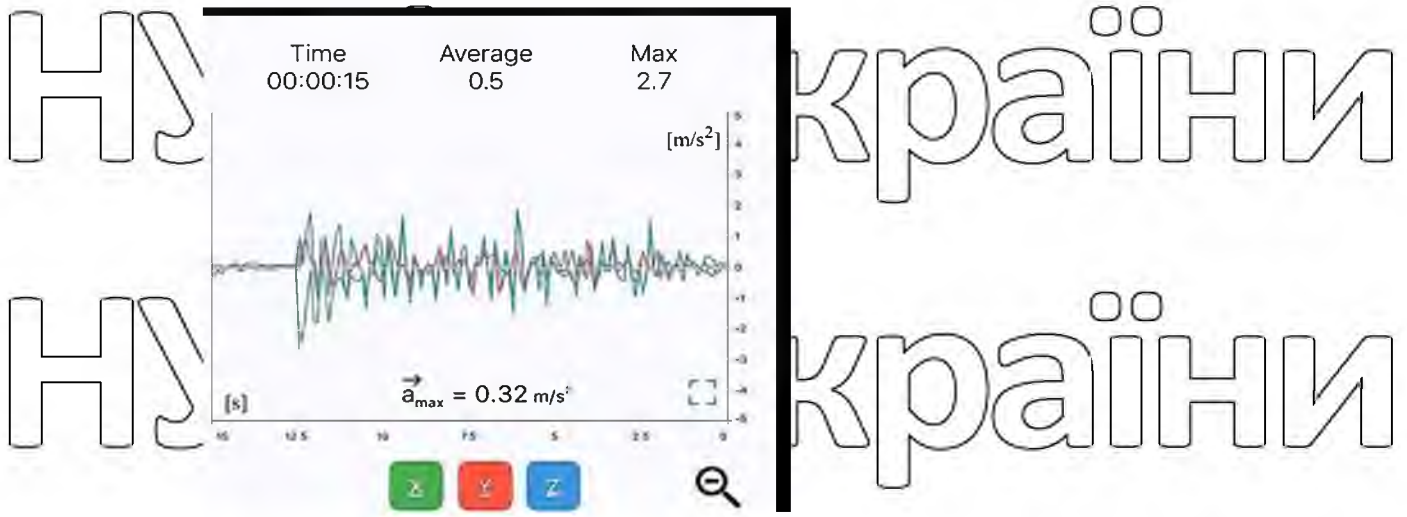


Рисунок 4.1 - Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «щебінь» зі швидкістю 10-15 км/год

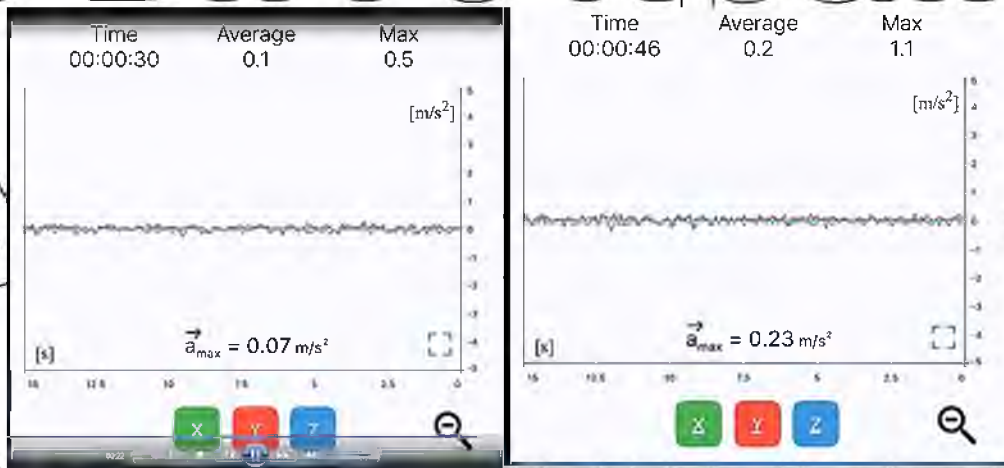
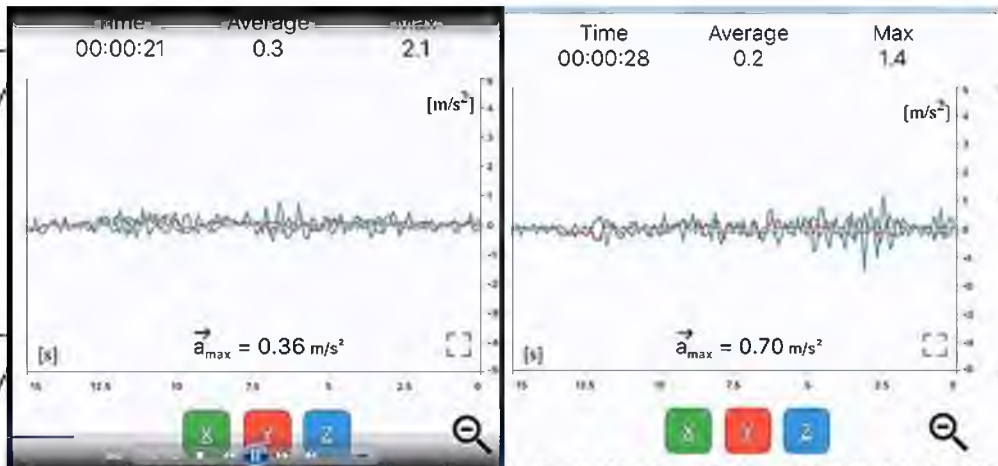


Рисунок 4.2 - Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «асфальт» зі швидкістю 10-15 км/год



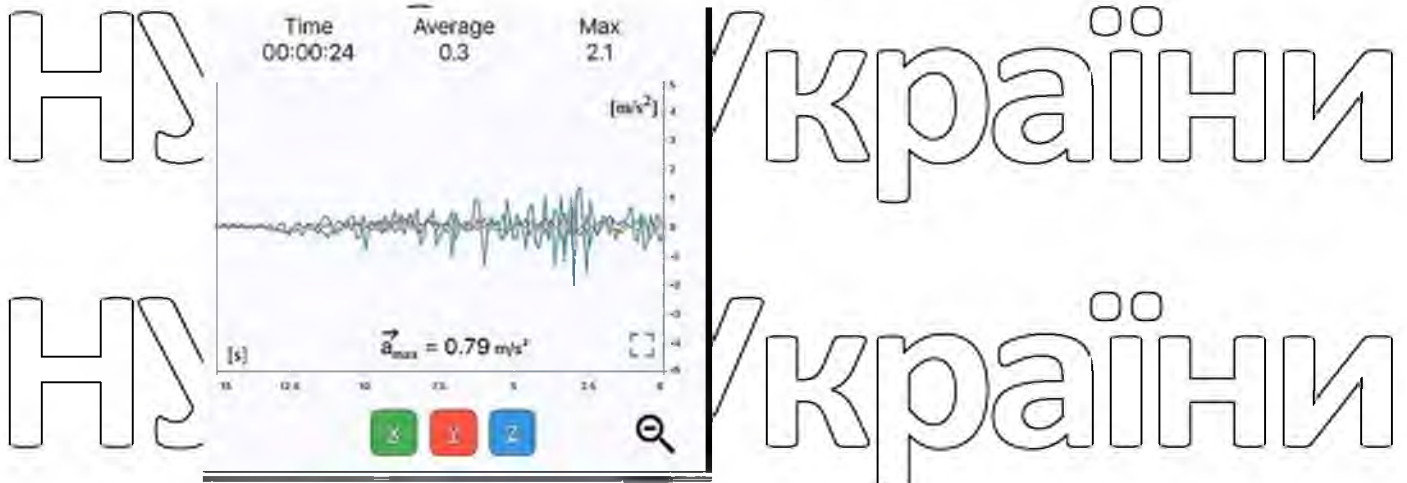


Рисунок 4.3 - Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «грунт» зі швидкістю 10-15 км/год.

Результати вимірювань прискорення для типових ділянок трьох доріг по кожній осі координат x,y,z (попередньо) представлені на рисунку 4.6. На рисунках 4.7 - 4.9 представлені значення прискорень по осях x, y, z для кожної дороги.

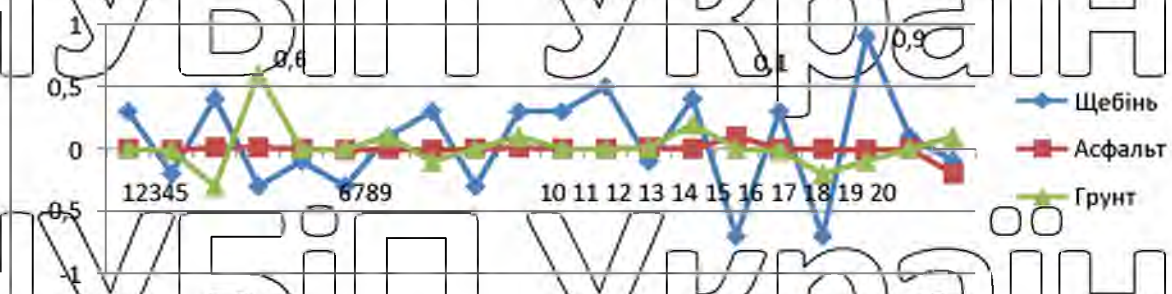


Рисунок 4.4 - Значення прискорень по осі x (вздовж поздовжньої осі автомобіля)

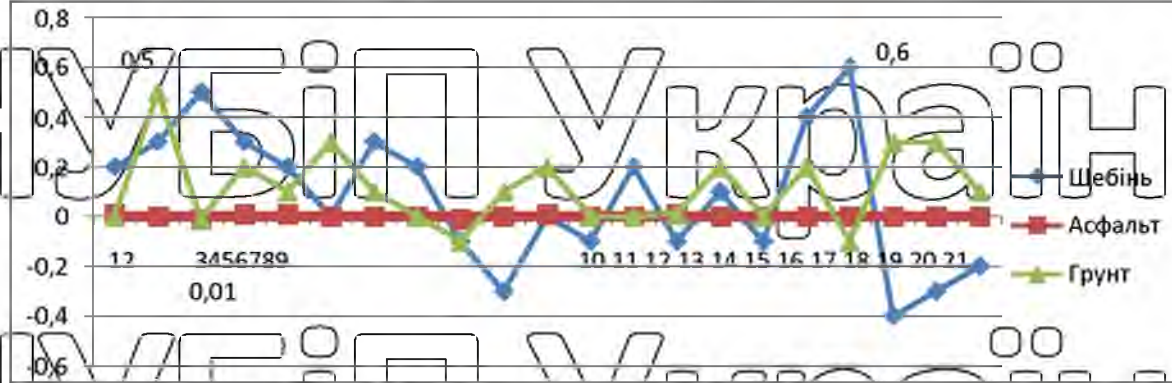


Рисунок 4.5 - Значення прискорень по осі y (перпендикулярно поздовжньої осі автомобіля)

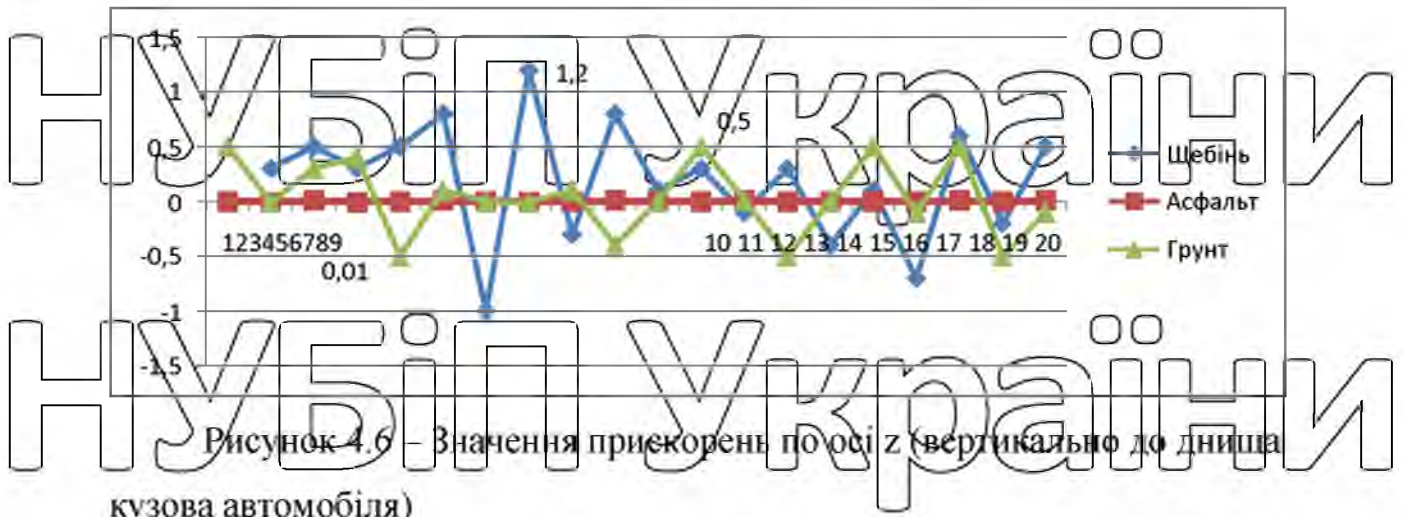


Рисунок 4.6 – Значення прискорення по осі z (вертикально до днища кузова автомобіля)

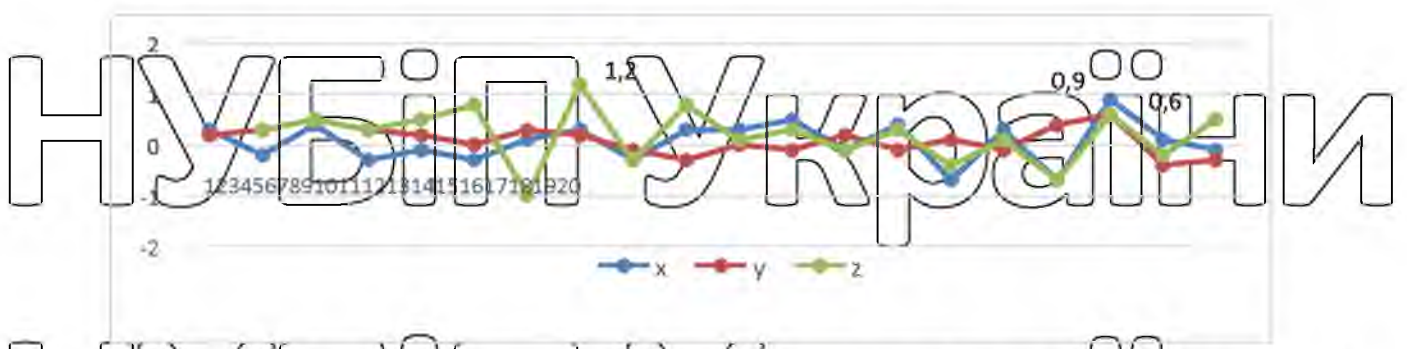


Рисунок 4.7 – Значення прискорення по осях x, y, z для щебеневі дороги

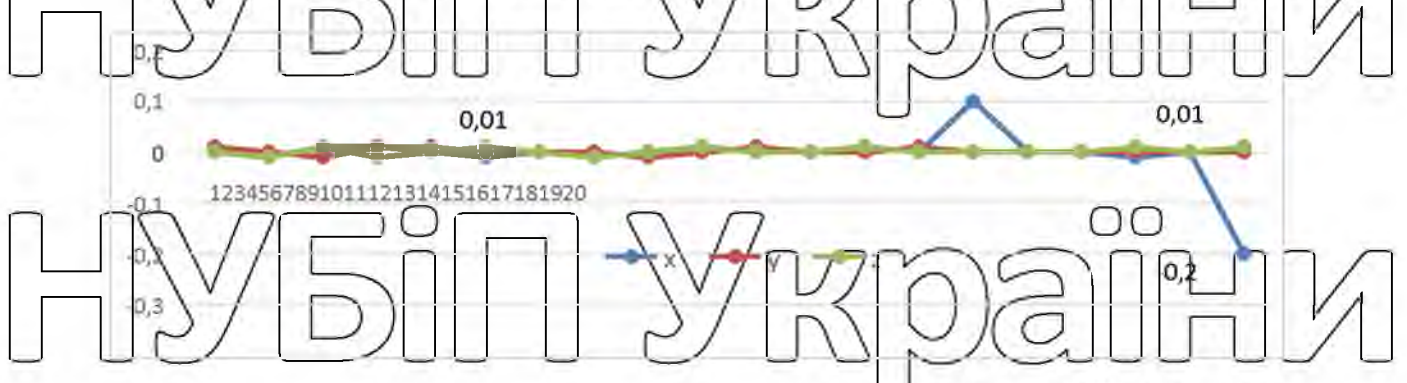


Рисунок 4.8 – Значення прискорень по осях x, y, z для асфальтованої дороги

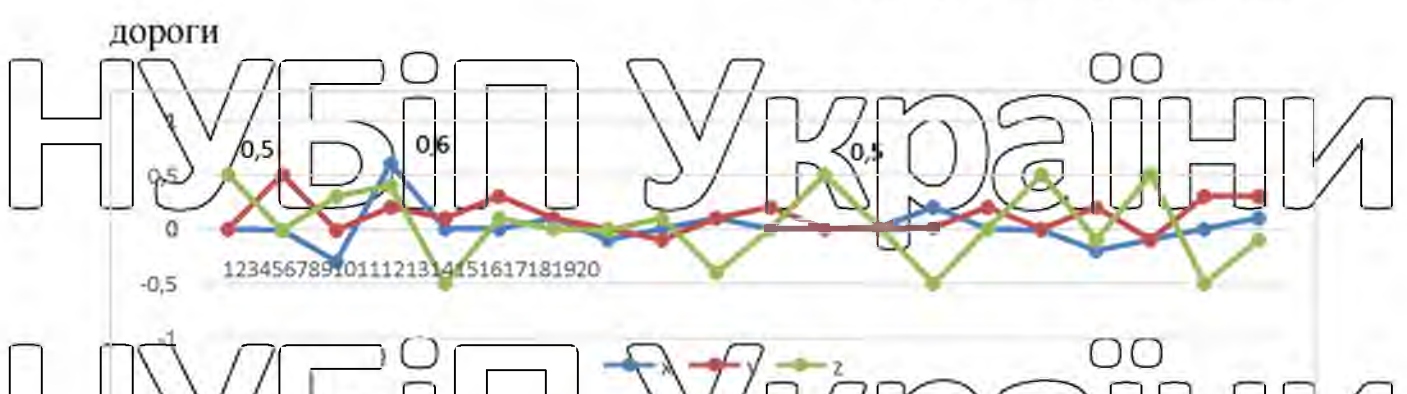


Рисунок 4.9 – Значення прискорення по осях x, y, z для ґрунтової дороги

Аналіз значень отриманих результатів дозволяє зробити такі висновки.

Найбільші значення прискорень характерні для дороги, покритої щебенем, причому по всіх трьох осях координат. Ймовірно, це пов'язано з великими фракціями щебеню, які періодично потрапляють під колеса автомобіля. При цьому найбільші прискорення (до $1,2 \text{ м/с}^2$) вантажу зареєстровані у вертикальній площині, що найбільш несприятливо з точки зору псування плодів при їх транспортуванні.

Близькі значення прискорень демонструє дорога з ґрунтовим покриттям – до 83% від максимальних значень для дороги із щебеним покриттям, що може бути пов'язано з досить великими нерівностями (ями та вибоїни).

Асфальтоване покриття дозволяє рухатися автомобілю з більшою швидкістю, при цьому з нижчими значеннями прискорень – до 11% від максимальних значень дороги зі щебеним покриттям.

Для всіх трьох типів покриттів характерні асинхронні коливання вантажу за всіма трьома координатами, причому для ґрунтової дороги прискорення по осях не мають яскраво вираженого превалювання; для щебеневого покриття максимальні прискорення, переважно, відповідають вертикальній осі; для асфальта зустрічаються "стрибки" вздовж поздовжньої

осі автомобіля. Використовуючи отримані результати, слід скоригувати допустимі значення прискорень, у разі для яблук, знизивши їх із $1,42 \text{ м/с}^2$ (таблиця 1.1) до $0,7 \dots 1,0 \text{ м/с}^2$, беручи до уваги коливання вантажу за всіма

трьома координатами, і ввести заборону на їх транспортування ґрунтовими дорогами в період дощів і осінньо-весняного бездоріжжя, а також дорогами з щебеним покриттям, перебувають у незадовільному стані. Максимальні значення прискорення ($0,2 \text{ м/с}^2$) для асфальту дозволяють рекомендувати його «всепогодно» та з вищою швидкістю транспортного засобу.

Таким чином, можна встановити обмеження на тариф під час руху транспортних засобів з урахуванням стану покриття дороги (рис. 4.10).



Рисунок 4.10 Облік зміни тарифу вантажоперевезення залежно від типу та стану покриття дороги

У процесі руху водій транспортного засобу повинен мати цілісну картину того, що відбувається для прийняття іноді єдиного правильного рішення у разі виникнення позаштатної ситуації. Сучасні вантажні автомобілі оснащуються виробниками різними датчиками та сенсорами, а також використовують пристрої супутникової навігації. Наявність спеціалізованих програм для смартфонів, а також ряду спеціалізованих пристроїв для визначення рівня вібрації може вчасно вплинути на прийняття рішення водієм, а також скоригувати маршрут перевезення та швидкісний режим [12].

Програмний продукт «Вимірник вібрації 1.3.6 APK» дозволяє фіксувати зміну прискорення у трьох взаємно перпендикулярних площинах – приклад характерної зміни вимірювання прискорення осі «к» наведено на рисунку 4.11. Площа кожної фігури – твір прискорення на якийсь час – дозволяє обчислити швидкість v на конкретній ділянці руху (реєстрації прискорення). Середня швидкість на ділянках вимірювання, отримаємо середню швидкість руху яблука за весь час вимірювання.

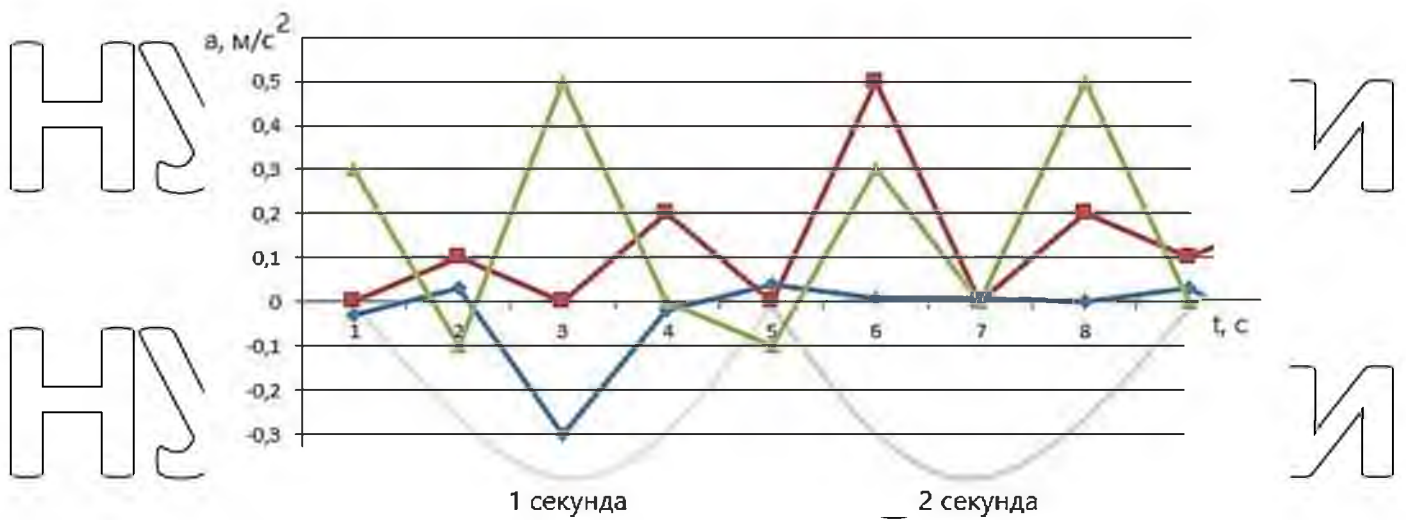


Рисунок 4.11 - Зміна прискорення яблука по осі «x» у положенні 4 ящики в кузові автомобіля при його русі різними дорожніми покриттями.

Отримані експериментальні результати для подальшого аналізу були згруповані за декількома позиціями, для яких оцінювалася зміна швидкості коливань яблук у ящику в декартовій системі координат (x, y, z) залежно від його положення (2, 4, 5) у кузові автомобіля при його русі з різною швидкістю дорогами з різним покриттям (рисунок 4.12 - 4.16).



Рисунок 4.12 - Зміна швидкості коливань яблук у ящику залежно від його положення в кузові автомобіля, що рухається зі швидкістю 50 км/год асфальтом. x, y, z – осі декартової системи координат

Аналіз наведених малюнку 4.12 даних дозволяє зробити такі висновки:

- при русі автомобіля по асфальту зі швидкістю 50 км/год становище ящика несуттєво впливає на коливання яблук вздовж

вздовжньої осі автомобіля (вісь x) – максимальне абсолютне відхилення становить $0,09 \text{ м/с}$;

- положення ящика над задньою віссю підвищує рівень коливань вертикальної осі (вісь z) на 44%;

- положення ящика на задній консолі кузова (за задньою віссю) збільшує амплітуду коливань ящика вздовж поперечної осі автомобіля (вісь y).

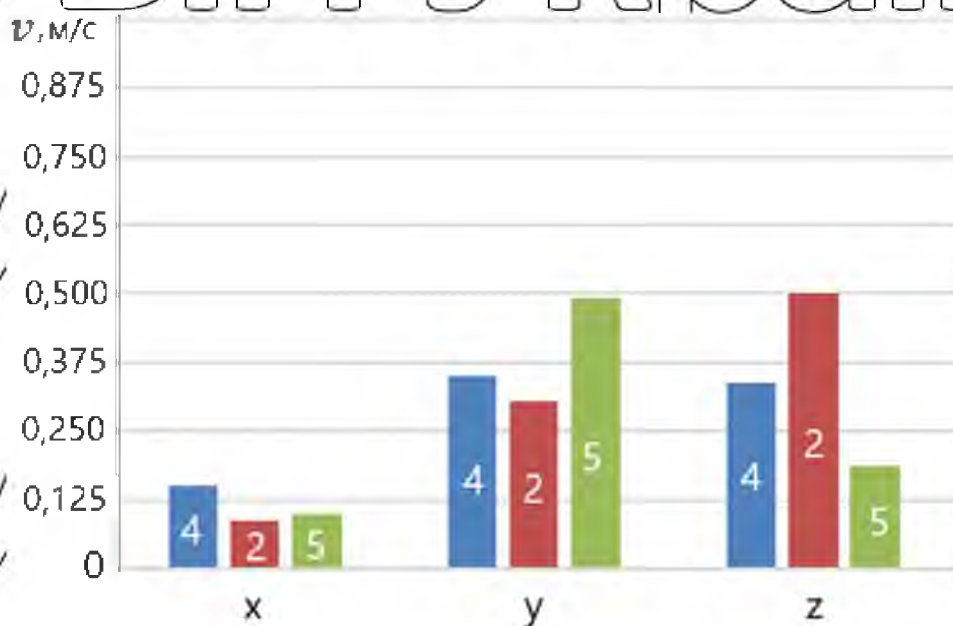


Рисунок 4.13 - Зміна швидкості переміщення яблук у різних напрямках (x, y, z) залежно від положення (2, 4, 5) скриньки у кузові

Оскільки положення 2 ящика було визнано найменш вдалим для розміщення ящика з яблуками, для положень 4 і 5 були проведені додаткові експерименти з метою визначення одного з двох найбільш вдалих з точки зору найменшого рівня коливань плодів, що оцінюється по середній швидкості їх переміщення. При цьому транспортування здійснювалося дорогами з різним покриттям – асфальт, ґрунт, щебінь – на швидкості 20 км/год . Даний швидкісний режим був обраний з міркувань безпеки руху автомобіля в період весняного бездоріжжя по покриттям з щебеню і ґрунту, що переобувають у «середньостатистично поганому» стані в цей період.

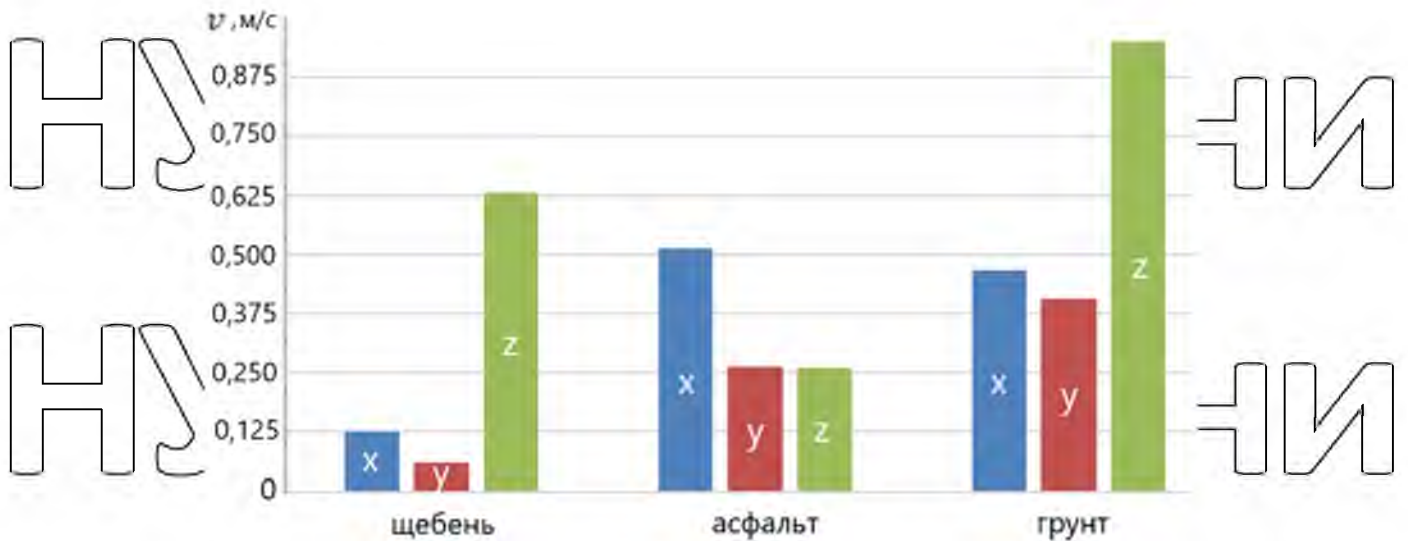


Рисунок 4.15 - Зміна швидкості переміщення яблук у різних напрямках у положенні 4 ящики на різних покриттях при швидкості автомобіля 20 км/год: x, y, z – осі декартової системи координат

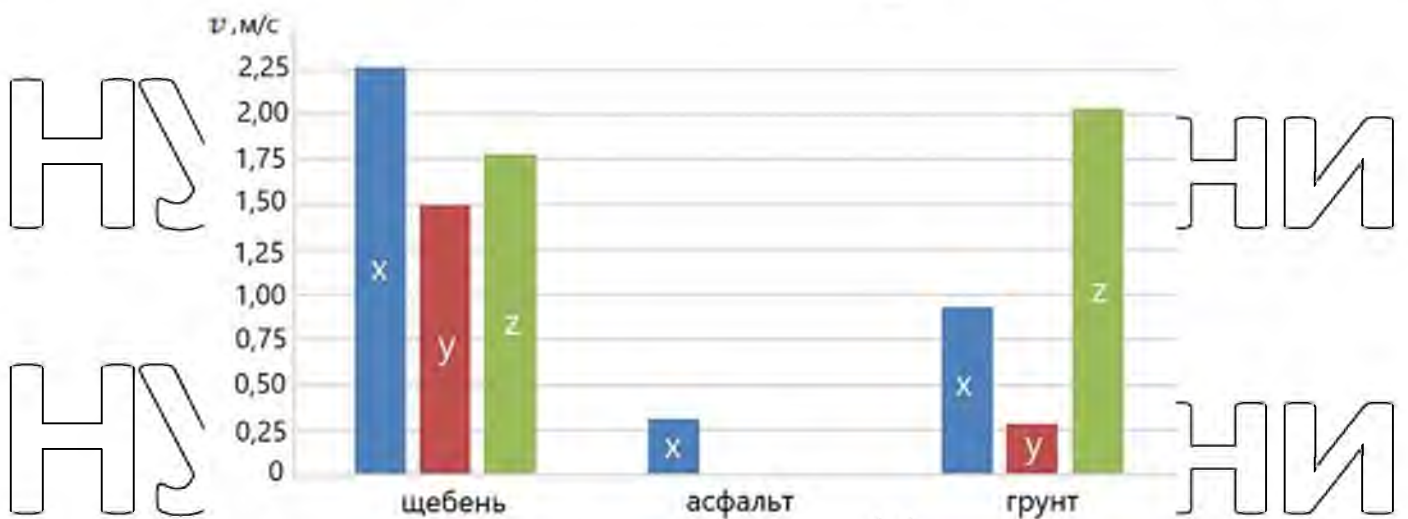


Рисунок 4.16 - Зміна швидкості переміщення яблук у різних напрямках у положенні 5 ящика на різних покриттях при швидкості автомобіля 20 км/год: x, y, z – осі декартової системи координат

Аналіз наведених на рисунках 4.15 та 4.16 даних дозволяє зробити такі

ВИСНОВКИ:

- Найбільш значні коливання для обох положень ящика в кузові автомобіля реєструються вздовж його поздовжньої (x) та вертикальної (z) осей;

НУБІП УКРАЇНИ

- консольне рестаування 5 ящика - за задньою віссю автомобіля - істотно збільшує коливання по всіх напрямках (осях) при русі автомобіля по шибеновому покриттю, проте на асфальті та ґрунті коливання в цьому положенні значно нижче, ніж для положення 4 ящики.

НУБІП УКРАЇНИ

Знаючи швидкість руху яблук за період реєстрації (4,5 с) та середню масу плода, оцінимо зміну кінетичної енергії за наведеною вище формулою (4.1). Результати обчислень наведено на рисунку 4.17 для трьох різних положень ящика в кузові автомобіля та рисунку 4.18 для трьох типів покриттів.

НУБІП УКРАЇНИ

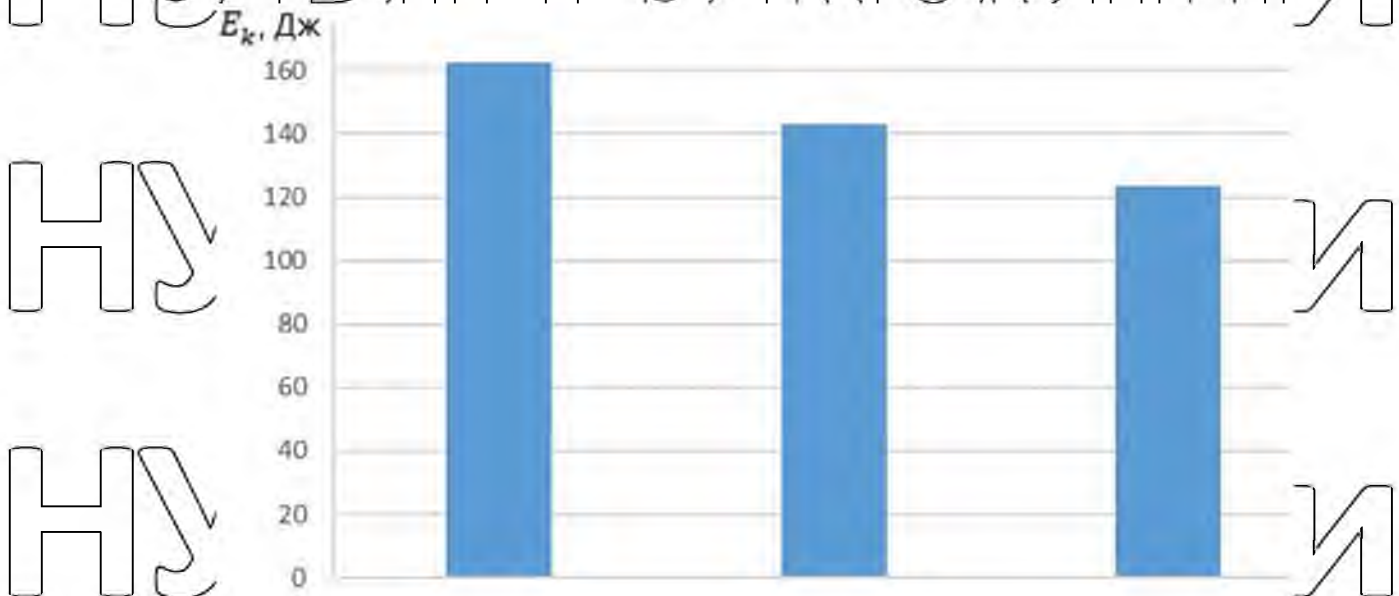


Рисунок 4.17 - Зміна кінетичної енергії окремого плоду вагою 0,143 кг за годину транспортування в залежності від положення ящика в кузові автомобіля при його русі асфальтом зі швидкістю 50 км/год

НУБІП УКРАЇНИ

Кінетична енергія буде переходити у внутрішню енергію при зіткненні яблук один з одним і стінками ящика, що призведе до прискореного їх псування як рахунок виділення тепла, так і підвищення вологості при пошкодженнях.

НУБІП УКРАЇНИ

Для порівняння - енергія, необхідна для нагрівання 1 л води від 200С до

1000С, дорівнює 335 кДж. Сім яблук, кожне вагою 0,143 кг (загальною вагою 1,001 кг), будуть володіти при годинному транспортуванні щелевеною дорогою в положенні 5 ящика кінетичною енергією 32 кДж, а при 10-годинній - 320 кДж, що майже дорівнює енергії, рідини до кипіння у наведеному вище

прикладі.

Таким чином, крім виявлених залежностей переміщень (кодивань) плодів від положень ящиків у кузові, існує і залежність від типу, характеристик та технічного стану підвіски автомобіля, яка веде себе по-різному на різних дорожніх покриттях та завантаженості кузова автомобіля.

На підставі результатів досліджень можна рекомендувати уникати доріг з ґрунтовим і щелевеним покриттям у період їх незадовільного стану, а при неможливості уникнути таких ділянок, використовувати низьку швидкість руху (не вище 20 км/год), маючи ящики між осями автомобіля.

4.2. Оцінка збереження плодів яблук після їх транспортування кузові автомобіля

Покупці плодоовочевої продукції під час виборів товару керується, насамперед, його зовнішнім виглядом. Це може бути не ідеальною формою фрукта або овоч, але обов'язково стиглий і міцний. Занадто великі, глянсові, рівні і без вад, як і плоди з вадами, споживач вважає за краще не купувати.

Саме тому ретейлери пред'являють високі вимоги до якості товару, що поставляється, який ще досить тривалий період повинен зберігатися на складі.

Вибраний сорт плодів «Айдаред», що має великі соковиті плоди з щільною м'якоттю, досить стійкий до пошкоджень і добре зберігається при зимовому зберіганні.

Плоди (по 10 штук) були покладені в дві картонні коробки та накриті склом для зниження впливу вологості та температури в приміщенні, де проводилися експерименти, на показання обладнання. Вимір маси плодів здійснювалося за допомогою ваг MW-1451 SR.

Вимірювання діаметра плодів здійснювалися за допомогою рулетки Р5У3К з довжиною стрічки 5 м і ціною розподілу 1 мм, клас точності - 3 (рисунк 4.19) [32].



Рисунок 4.19 – Демонстрація вимірювання маси та діаметру плоду



Рисунок 4.20 – Демонстрація вимірювання маси плодів

Вимірювання вологості та температури були проведені з використанням термомісметра REXANT, описаному в 3 розділі цього дослідження.

Як було зазначено вище, ретейлери пред'являють високі вимоги до якості товару, що поставляється, який ще досить тривалий період повинен зберігатися на складі. Наприклад, X5 Retail Group – у рамках існуючих стандартів – у своєму каталозі якості висуває такі вимоги до плодосвочевої продукції:

- відсутність механічних пошкоджень, що погіршують товарний вигляд;

- відсутність надпотів плісняви та інших ознак захворювань;
- відсутність землі, бруду, листя, слідів добрив;
- відсутність ушкоджень шкідниками;
- відсутність аномальної зовнішньої вологості;
- відсутність сторонніх запахів та/або присмаків та ін [24, 31]

Для плодів у вищезазначеному каталозі встановлено такі вимоги до стану плодів: вони повинні перенести транспортування та вантажно-розвантажувальні роботи, які можуть спричинити неприпустимі "зовнішні" дефекти, такі як сухі пошкодження шкірки або натискання більш ніж на 30%

поверхні плодів. Не допускаються також такі дефекти, як потемнілі натиски (>10 мм діаметром) з охопленням понад 30 % поверхні і механічними пошкодженнями, що проникають в м'якоть плода.

У свою чергу "Олів'є Супермаркет", повторюючи деякі позиції X5 Retail Group, встановлює додаткові вимоги щодо збереження плодів: плоди не повинні мати пошкоджень шкірки і м'якоть не повинен мати ознак старіння.

У світі проблемам безпеки плодоовочевої продукції присвячена дуже велика кількість досліджень [12, 13, 20], але всі вони втрачають свою актуальність, якщо перевізник не виконує вимоги щодо «дбайливому»

переміщенню їх із пункту «А» до пункту «Б».

Проблеми безпеки вантажів для перевізників плодоовочевої продукції багато в чому визначаються вимогами до логістики та процесу перевезення, а

також навантаження – розвантаження. Тому не дивно, що роботи багатьох фахівців присвячені оцінці ударно-вібраційного впливу при транспортуванні та оцінці збитків, що вже отримані продукцією, в результаті перевезення.

Мета даної частини дослідження – оцінка зовнішніх пошкоджень плодів, зміни температури та вологості в закритій тарі після імітації перевезення щелевеною дорогою у весняно-зимовий період.

Імітація вібрацій здійснювалася переміщенням коробки у трьох площинах з візуальним контролем прискорень за допомогою програмного продукту «Вимірювач вібрації 1.3.6 APK», встановленого на смартфон iPhone

5. У процесі імітації вібрацій смартфон розміщений безпосередньо на плодах.

Максимальна величина прискорення ($a_{max}=1,2 \text{ м/с}^2$).

Абсолютні відхилення температури на $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ не перевищували похибки вимірювання термогігрометра. При цьому відносна вологість у порожніх ящиках значно знижується за лінійним законом у межах 46...39% для ящика, призначеного під контрольну групу плодів, та 46...40% для ящика, призначеного під експериментальну групу плодів (рисунк 4.24).

Температура, $^\circ\text{C}$

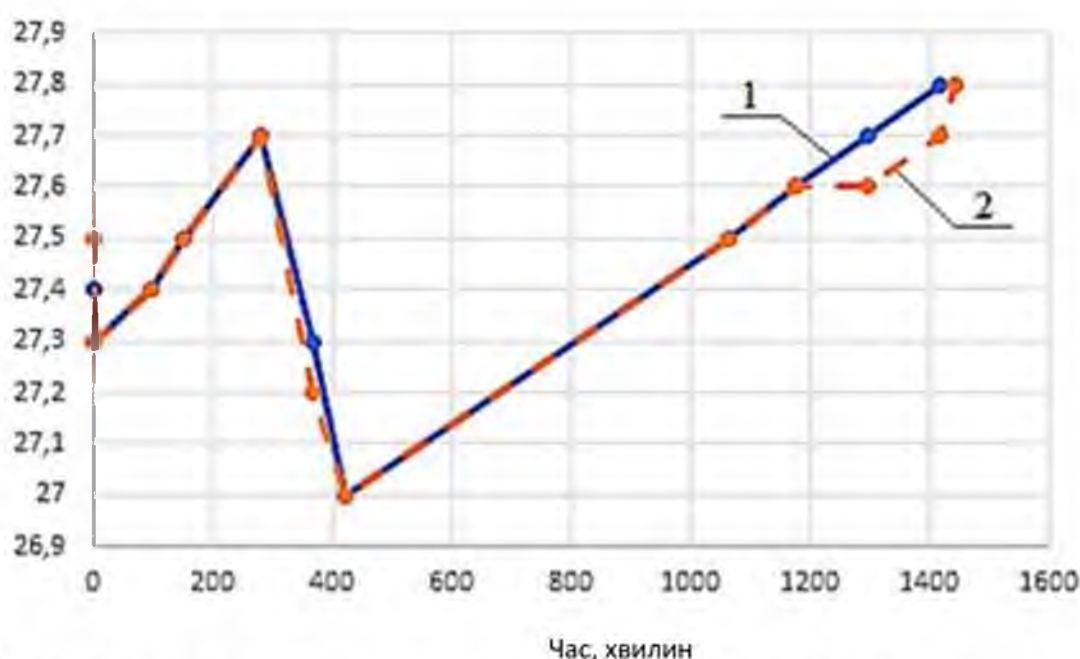


Рисунок 4.24 – Результати вимірювання температури в порожніх ящиках: 1 – призначений для контрольної групи, 2 – для експериментальної групи

Далі двадцять плодів було поділено на дві групи, одна з яких зазнала впливу ударно-вібраційних навантажень з прискоренням, що не перевищує $1,2 \text{ м/с}^2$ (експериментальна група). У цьому контроль значень прискорення

здійснювався шляхом фіксації показань програмним забезпеченням «Вимірюник вібрації 1.3.6 APK». На рисунку 4.25 продемонстровано фотографії коробок з яблуками на початку експерименту (4.25 а) та наприкінці

експерименту (4.25-6)

Вимрювання температури в заповнених плодами коробках експериментальної та контрольної груп, що проводяться протягом більш ніж

120 годин, показали також несуттєві коливання величини в межах 0,7 °С

(рисунок 4.26). Така мала зміна температури в порожніх та заповнених коробках, ймовірно, визначається коливаннями температури у приміщенні, де проводилися експерименти.

Температура, °С

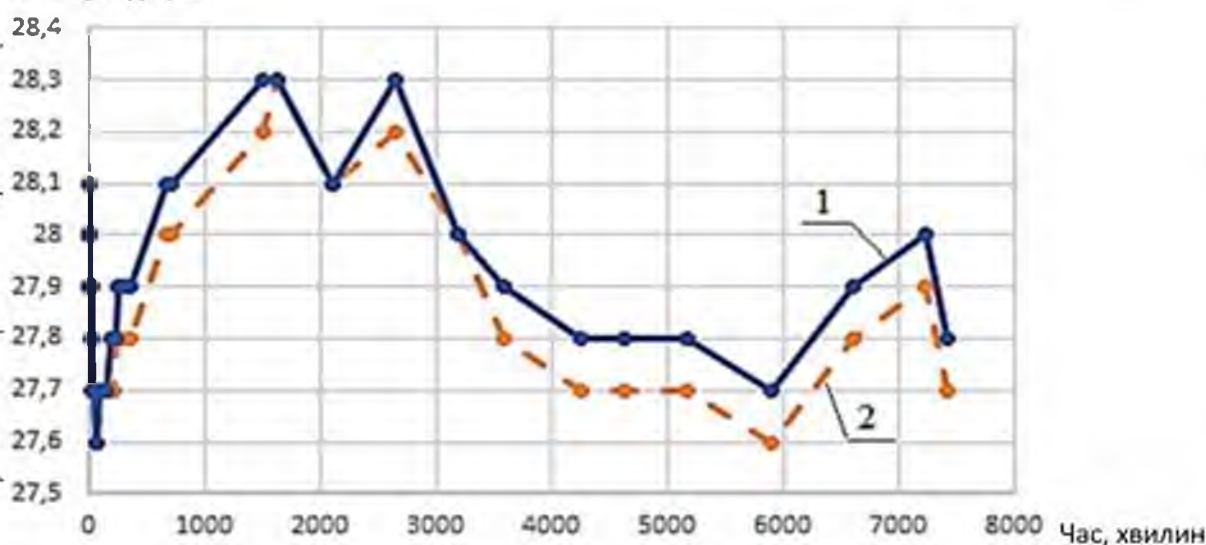


Рисунок 4.26 - Результати вимрювання температур наповнених плодами ящиках: 1 - контрольна група; 2 - експериментальна група

Результати вимрювання відносної вологості у заповнених плодами коробках - експериментальній та контрольній - наведено на малюнку 4.27.

Підвищення вологості для експериментальної групи плодів можна пояснити ушкодженнями їх шкірки та м'якоти, що спричинює підвищений соковиділення. Зміна відносної вологості в коробках може бути добре описано наведеними нижче логарифмічними залежностями.

Цікавим фактом є коливальний характер різниці відносних вологостей контрольної та експериментальної груп.

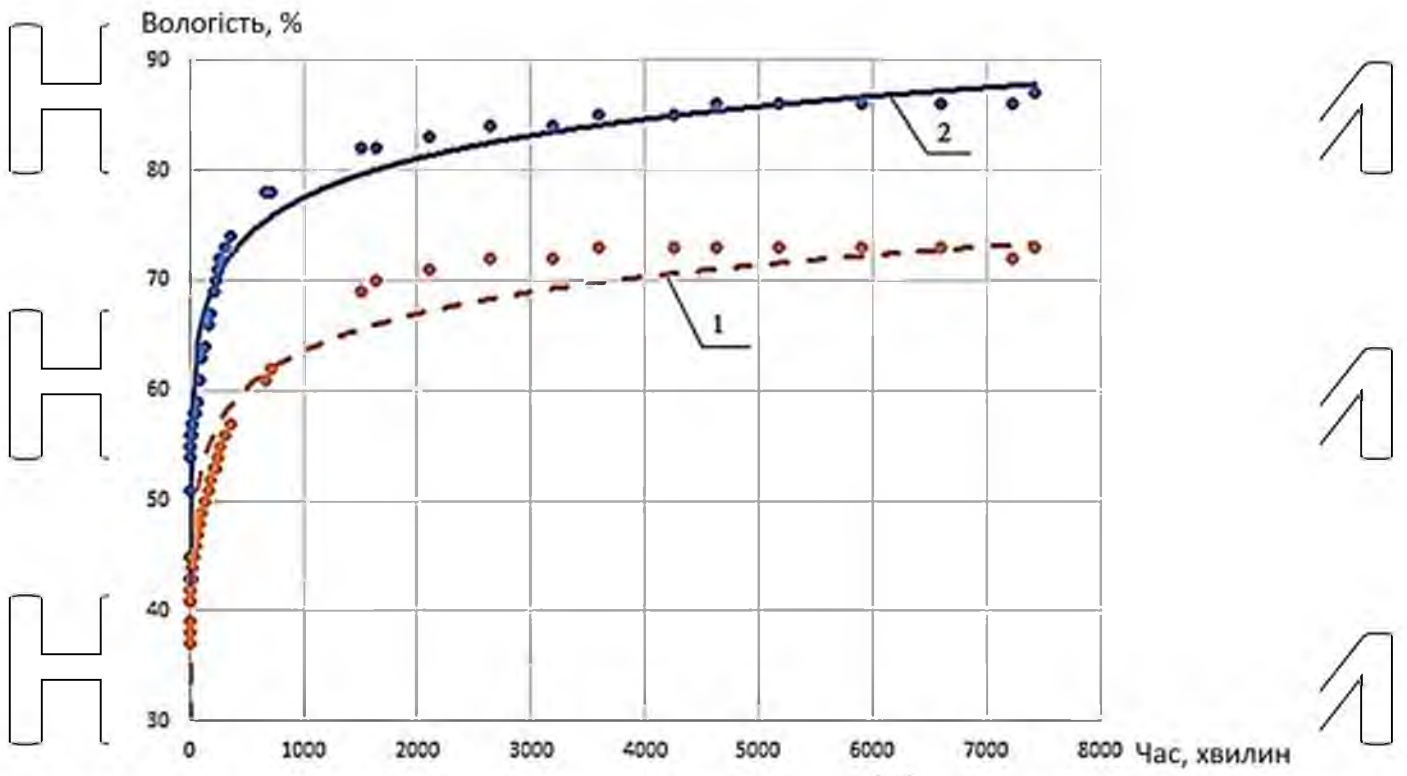


Рисунок 4.27 – Зміна вологості в ящиках із плодами: 1 – контрольна група; 2 – експериментальна група

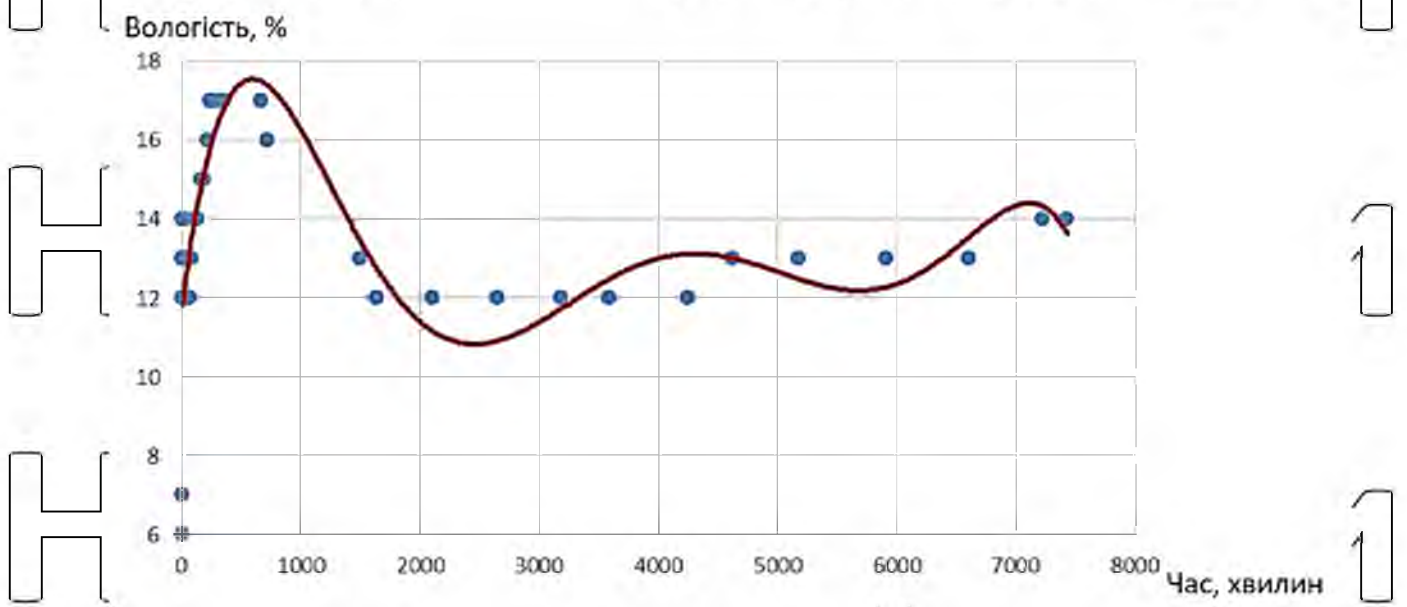


Рисунок 4.28 – Різниця відносної вологості в ящиках з експериментальною та контрольною групами плодів (точки – експериментальні дані, лінія – апроксимуюча крива)

Зовнішній вигляд плодів у коробках – експериментальна та контрольна

групи після 120 годин експерименту – показано на малюнку 4.29. В експериментальній групі добре видно пошкодження шкірки, що зачіпають м'якоть плода, що істотно погіршує товарний вигляд.



Рисунок 4.29 – Зовнішній вигляд плодів у ящиках після 5 днів вимірювання температури та вологості: а – контрольна група; б – експериментальна група

Таким чином, за результатами експериментальних досліджень можна констатувати:

- навіть досить щільне укладання в тарі плодів стійкого до пошкоджень сорту не гарантує збереження плодів за наявності коливальних навантажень, причому за порівняно невисоких значень прискорення;
- температура в коробках із плодами визначається температурою зовнішнього приміщення, де ці коробки розташовуються;

- вологість у коробках із плодами суттєво зростає при їх ушкодженні – на 11-17 % по відношенню до контрольної групи – та сприяє прискоренню процесів гниття плодів;

- втрата товарного виду плодів відбувається вже на 3-4 день після ударно-вібраційного впливу, при цьому вже не можна говорити про їхнє подальше зберігання.

Ці висновки накладають суттєві обмеження на перевезення плодів у тарі дорогами з незадовільним станом дорожнього покриття. Ймовірно, для таких

доріг повинна застосовуватися спеціалізована тара, що гасить знакозмінні навантаження і не допускає зіткнення плодів один з одним і зі стінками тари [13].

Результати та висновки. Результати вимірювання маси та діаметра плодів показали відповідність обраної групи плодів основним показникам сорту "Айдаред". Вимірювання температури в порожніх ящиках показало практично повну ідентичність характеру її зміни за період більш ніж 24 години. Абсолютні відхилення температури на 0,8 °C не перевищували похибки вимірювання термогігрометра. При цьому відносна вологість у порожніх ящиках значно знижується за лінійним законом у межах 46-39% для ящика, призначеного під контрольну групу плодів, і 46-40% – для ящика, призначеного під експериментальну групу плодів. За результатами вимірів вологості побудовані залежності її зміни для двох груп плодів: контрольної (що не відчуває зовнішнього ударно-вібраційного впливу) та експериментальної – підданої вібраціям, характерним для перевезення в кузові автомобіля в ящиках. Отримані залежності мають коефіцієнт кореляції не нижче $r_{xy}=0,9751$ та невисоку середню помилку апроксимації – не вище $A=5,1\%$, що дозволяє використовувати їх для прогнозування зміни вологості цілого спектра сортів плодів з аналогічними фізико-механічними характеристиками. Виявлено суттєву зміну зовнішнього вигляду плодів в експериментальній групі стосовно контрольної, яка не дозволяє вже після 3-4 днів зберігання використовувати їх для реалізації через роздрібну або оптову торгівлю. Крім того, зафіксовано відсутність суттєвих змін температури для обох груп протягом 10 діб.

4.3 Побудова номограм та оцінка економічного ефекту

В результаті проведених досліджень було визначено, що у виробничо-технологічному процесі виробництва плодовоовочевої продукції значне місце посідають вантажоперевезення – як частина виробничо-збутового ланцюжка.

Від їхньої якості залежить кількість та якість продукції, яка надійде для реалізації та споживання кінцевого споживачем.

Для перевірки модифікованих моделей, представлених у науково-дослідній роботі, з метою обґрунтування оптимізації вантажоперевезень було проведено аналіз зміни тарифу на транспортування дорогами різного типу.

За результатами оцінки збереження яблук після їх транспортування в кузові автомобіля, проведеної в п. 4.2 цього дослідження, було виявлено, що підвищення вологості у плодів експериментальної групи пояснюється пошкодженнями їх шкірки та м'якоті викликаним перевезенням.

Використовуючи дані вимірювання, була розроблена номограма визначення вологості яблук від часу їх зберігання та прискорення коливань, що впливають при їх транспортуванні (рисунок 4.30).

□ 0-20 □ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100

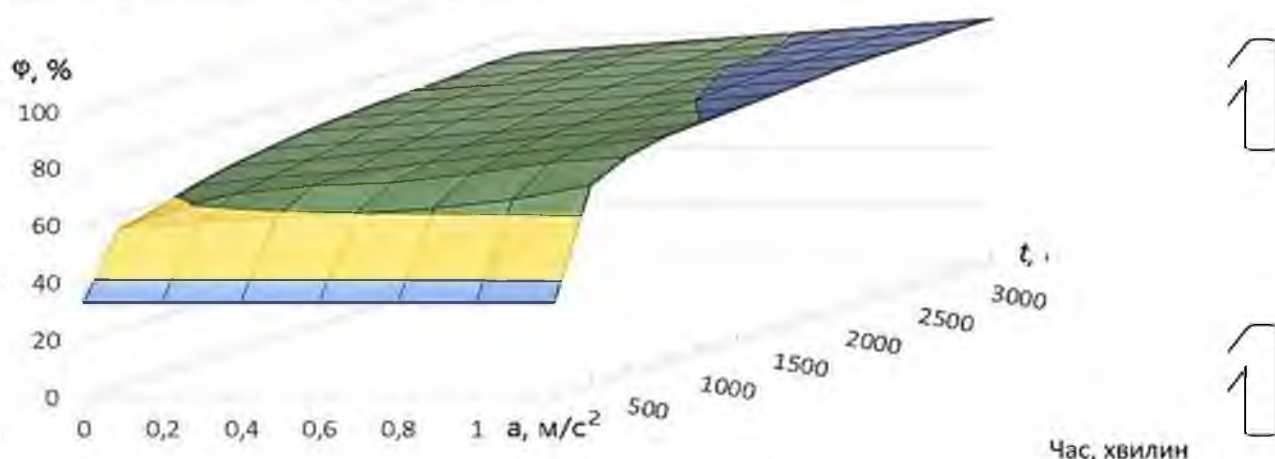


Рисунок 4.30 – Номограма визначення вологості яблук від часу їх зберігання та прискорення коливань, що впливають під час їх транспортування

Дані дослідження є базовою складовою для формування ціни для реалізації яблук у роздрібній мережі.

Відповідно яблука в приміщеннях, що охолоджуються, зберігаються до 180-240 днів [33]. Однак збільшення вологості, викликане травмованістю плодів яблук під час транспортування, не дозволяє реалізовувати їх протягом тривалого періоду за однією ціною. У торгових точках відбувається

переоцінка цієї продукції, якщо плоди відповідають віднесенню до певного сорту за вимогами ДСТУ. Зміна часу переоцінки плодів, що зазнали впливу коливань щодо контрольної групи можна визначити за допомогою представленого на рис. 4.31 графіка.

Як приклад розглянемо невеликий магазин, у торговий зал якого щодня виставляється для продажу самообслуговуванням 100 кг яблук, половина з них реалізується. Середня ціна на яблука встановлена у розмірі 25 гривень. Так, у перший день / період виручка від продажу складе 5000 гривень. Для поповнення продукції до торгового залу щодня поставляється 50 кг яблук зі складу. Так, як в результаті транспортування яблука піддавалися впливам, дослідження показали, що вони змінюють зовнішній вигляд та органолептичні показники, що призводить до падіння на них попиту і, як наслідок, має спричинити зниження ціни. Частина яблук - приблизно 50% від тих, що залишилися в торговому залі - переоцінюється і виручка за день складає вже 4375 грн. Отже, зниження виручки становить 12,5%.

Для визначення ціни в залежності від відсотка переоцінки складено номограму, представлену на рис. 4.32.

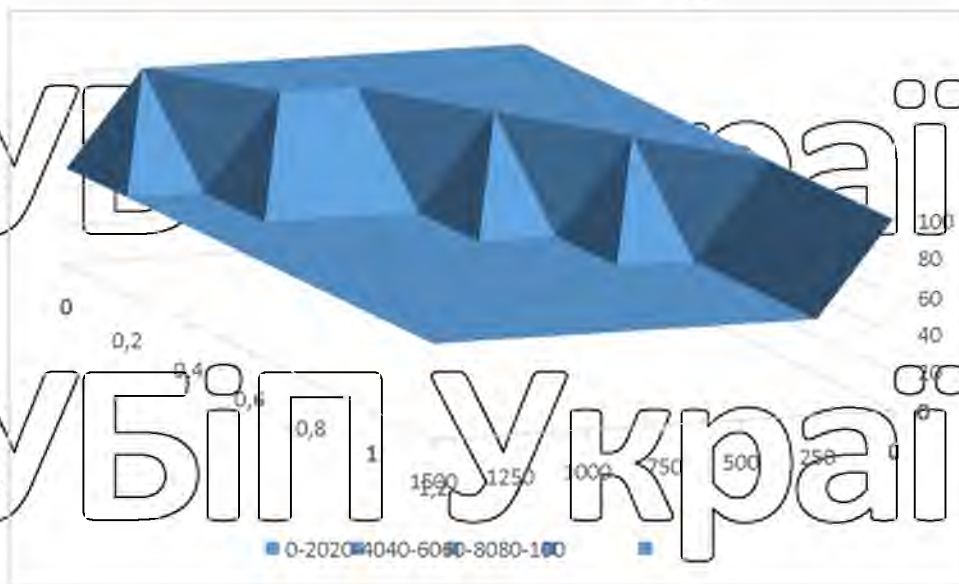


Рисунок 4.32 – Номограма переоцінювання (зниження сортності) яблук залежно від прискорень та часу подальшого зберігання

Використання даних номограм дозволяє аргументувати суттєві

обмеження на перевезення плодів у тарі дорогами з незадовільним станом дорожнього покриття. Ці обмеження можливі при встановленні збільшених тарифів на транспортування сільськогосподарської продукції

Для визначення тарифу та здійснення вантажоперевезень було обрано автомобіль: «Бичок» як найчастіше використовуваний для транспортування сільськогосподарської продукції (рисунок 4.33)

Технічні характеристики, габаритні розміри та показники маси автомобіля ЗІЛ-5301: «Бичок»:

Довжина: 6,195 м (7,165 м – подовжена версія); Ширина: 2,319 м;

Висота: 2,365 м. Колісна база: 3,650 м.

Колія передня: 1,832 м; Колія задня: 1,690 м. Кліренс: 180 мм

Радіус розвороту: 78 метрів. Вантажопідйомність: 3 тонни

Дана модель автомобіля відповідає вимогам, які пред'являються до автомобілів, що використовуються для транспортування сільськогосподарських вантажів.

Моделювання транспортування яблук здійснювалося за кількома напрямками, представленими рисунку 2.6 – маршрути від ділянок 1-3 до магазину 4, складу 5 і мінізаводу 6.

Для подальшої оптимізації таблиці транспортного завдання (таблиця 2.4) та подальшої оцінки збільшення загальної вартості вантажоперевезення, було здійснено розрахунок тарифу та середньої ставки на перевезення всіх можливих поєднань у поданих умовах. На малюнках послідовно представлені

розрахунки вартості перевезень у кожному напрямку окремо. Спільними всім маршрутів є такі показники: собівартість «туди», грн/км – 23 грн., собівартість «назад», грн/км – 15 грн., середня собівартість у коло, грн/км – 19 грн.

Відстань маршруту А1 (Ділянка 1) - В1 (магазин 4): - 10 км. За певної вище собівартості середня ставка «туди» становить 229 грн.

Середня ставка «назад» - 149 грн.

Середня ставка за круговим маршрутом - 379 грн.

| | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------|------|--------|--|-----|-----|-----|-----|
| Середня ціна ПММ | грн | 48,32 | | | | | | | |
| Середня витрата на 100 км | л/100 км | 16,00 | | | | | | | |
| Середня витрата на 1 км | л/км | | 0,16 | | | | | | |
| Відстань в один кінець | км | 10 | | | | | | | |
| Відстань у коло | км | | 20 | | | | | | |
| Паливо в собівартості % | | 40,835 | 2,45 | | | | | | |
| Витрата палива за поїзду | л. | в один кінець | | у коло | | | | | |
| | | 5 | 3 | | | | | | |
| Вартість палива за подорож | нар. | 77 | | 155 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Передбачувана відома ставка грн одного кінця | | | | | | | | | |
| Середня ставка у коло | грн | | | | | 379 | 464 | 123 | |
| Собівартість | грн/км | | | | | | 19 | | |
| Середня ставка "туди" | грн | | | | | 229 | | | |
| Собівартість | грн/км | | | | | | 23 | | |
| Середня ставка "назад" грн | | | | | | 147 | | | |
| Собівартість грн/км | | | | | | | 15 | | |
| Розрахункова ставка іншого кінця | грн | | | | | | | | 179 |

Рисунок 4.34 Розрахунок вартості перевезень за маршрутом А1 (ділянка 1) - В1 (магазин 4)

| | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------|------|--------|--|-----|-----|-----|-----|
| Середня ціна ПММ | грн | 48,32 | | | | | | | |
| Середня витрата на 100 км | л/100 км | 16,00 | | | | | | | |
| Середня витрата на 1 км | л/км | | 0,16 | | | | | | |
| Відстань в один кінець | км | 5,2 | | | | | | | |
| Відстань у коло | км | | 10,4 | | | | | | |
| Паливо в собівартості % | | 40,835 | 2,45 | | | | | | |
| Витрата палива за поїзду | л. | в один кінець | | у коло | | | | | |
| | | 40 | 80 | | | | | | |
| Вартість палива за подорож | нар. | 40 | | 80 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Передбачувана відома ставка грн одного кінця | | | | | | | | | |
| Середня ставка у коло | грн | | | | | 197 | 241 | 339 | |
| Собівартість | грн/км | | | | | | 19 | | |
| Середня ставка "туди" | грн | | | | | 119 | | | |
| Собівартість | грн/км | | | | | | 23 | | |
| Середня ставка "назад" грн | | | | | | 78 | | | |
| Собівартість грн/км | | | | | | | 15 | | |
| Розрахункова ставка іншого кінця | грн | | | | | | | | 197 |

Рисунок 4.35 Розрахунок вартості перевезень за маршрутом А2 (ділянка 2) - В1 (магазин 4)

Відстань маршруту А2 (Ділянка 2) - В1 (магазин 4) 5.2 км. За певної вище собівартості середня ставка «туди» становить 119 грн. Середня ставка «назад» - 78 грн. Середня ставка у коло - 197 грн.

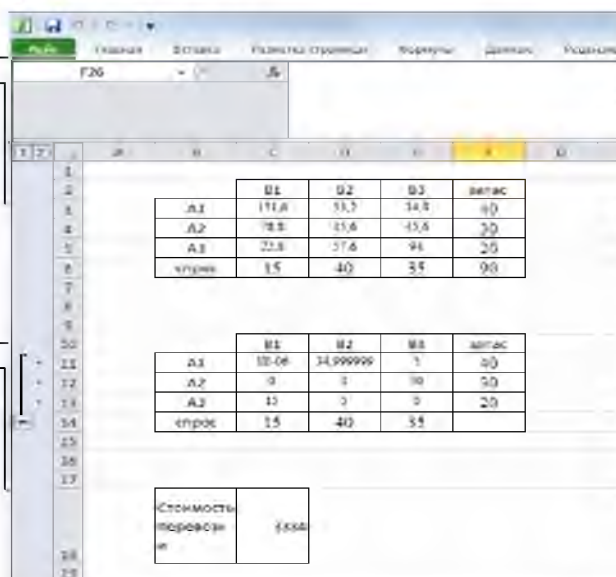
Аналогічним чином було проведено розрахунки всім напрямів.

За результатами розрахунків було оптимізовано таблиці транспортного завдання. За умови, що ми перевозимо 2,5 т вантажу, одержуємо тариф за перевезення 1 тонни (таблиця 4.1)

Таблиця 4.1. Транспортна таблиця для літньої сухої та безвітряної погоди (середня ставка за круговим маршрутом грн/т)

| | | Споживачі | | | Зпаси |
|---------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------|-------|
| | | B 1 (магазин 4) | B2 (склад 5) | У 3 (мінізавод 6) | |
| Постачальники | A1 (дільниця 1) | 151,6 | 33,2 | 34,8 | 40 |
| | A2 (дільниця 2) | 78,8 | 43,6 | 45,6 | 30 |
| | A3 (дільниця 3) | 22,8 | 57,6 | 94 | 20 |
| | Потреба | 15 | 40 | 35 | 90 |

Рішення для даної таблиці в MS Excel за допомогою опції «Пошук рішення» має такий вигляд (рисунк 4.36).



Рисунк 4.36 - Вирішення транспортного завдання з вихідними тарифами

Результати рішення, представленого малюнку 4.36 показують, вартість перевезення становила 3334 гривні.

В результаті дослідження, проведеного в п. 2.2 було встановлено, що суттєво залежать від погодних умов та сезону маршрути 1-5, 1-6, 2-5 (повністю

проходять ґрунтовими дорогами, а 1-6 – перетинає яр); частково залежать від цих умов маршрути 1-4, 2-4, 3-6 (частина маршруту проходить ґрунтовими дорогами), слабо залежать вищевказаних умов інші маршрути, оскільки проходять асфальтованими дорогами.

Отже, для маршрутів 1-5, 1-6, 2-5 можуть бути введені вагові коефіцієнти, що збільшують аж до заборонних, а для 1-4, 2-4, 3-6 лінійно збільшують тариф вагові коефіцієнти.

Вихідні вагові коефіцієнти представлені в таблиці 4.2.

Збільшення тарифу на всіх типах доріг у суху теплу та безвітряну погоду пов'язане з підвищенням рівня вібрацій при переході від хороших покриттів до природних навіть за хорошої погоди.

Такі погодні умови, як слабкий дощ та вітер 5-10 м/с, збільшують тариф, т.к. це пов'язано з погіршенням стану дорожнього покриття, при цьому навіть несильний дощ може викликати суттєве погіршення умов перевезення для доріг, що проходять через яри, схили та ін.

Таблиця 4.2 – Вихідні вагові коефіцієнти в залежності від типу дороги

та погодних умов

| | суха тепла та безвітряна погода | слабкий дощ та вітер (5-10 м/с) | сильний дощ та помірний вітер (10-20 м/с) | злива/снігопад/сильний вітер (понад 20 м/с) |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---|---|
| цементобетонні та асфальтобетонні покриття | 1 | 1 | 1,2 | 1,5 |
| щебеневі та гравійні покриття | 1,2 | 1,3 | 2 | 5 |
| природні ґрунтові дороги | 1,3 | 1,5 | 5 | 10 |
| природні ґрунтові дороги, що проходять через яри, схили, русла та ін. | 1,4 | 2 | 10 | 15 |

Збільшення тарифу при впливі погодних умов сильний дощ і помірний вітер (10-20 м/с) пов'язаний з появою ділянок, що важко проходять, ділянок з розмитим покриттям, великих калюж, які сприяють підвищенню коливань

кузова транспортного засобу

Облік таких погодних умов, як злива/снігопад/сильний вітер (понад 20 м/с) найбільше позначається на збільшенні тарифу. Це з підвищенням рівня коливань кузова внаслідок поривів сильного вітру, великих і глибоких калюж, і навіть непрохідних ділянок на дорогах з природним покриттям.

Застосовувавши отримані коефіцієнти, уточнена транспортна таблиця набуває наступного вигляду (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Транспортна таблиця для різних погодних умов

| | | Споживані | | | Запаси |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| | | <i>B</i> 1 (магазин 4) | <i>B</i> 2 (склад 5) | <i>У</i> 3 (мінізаклад 6) | |
| Постачальники | <i>A</i> 1 (ділянка 1) | 151,6 | 49,8 | 348 | 40 |
| | <i>A</i> 2 (ділянка 2) | 78,8 | 68,4 | 45,6 | 30 |
| | <i>A</i> 3 (ділянка 3) | 22,8 | 57,6 | 94 | 20 |
| | Потреби | 15 | 40 | 35 | 90 |

Рішення для даної таблиці в MSExcel за допомогою опції «Пошук рішення» має такий вигляд

Таким чином, враховуючи, що за одну поїздки ми перевозимо 2500 кг, встановлення нового тарифу збільшує вартість перевезення на 838 гривень ($4172 - 3334 = 838$ грн. за 2500 кг.) за весь вантаж. Однак, якщо не буде обраний даний транспортний маршрут, це знизить коливання, а значить збільшить кількість яблук, що не зазнали зниження сортності і не схилили до пересліпки (3,5 кг на добу), що – при ціні 100 гривень за кілограм – призведе до збільшення виручки на 350 грн. Оскільки 2500 кг яблук у середньому реалізується за 50 днів, то збільшення виручки за період складе 17500 грн.

Тоді економічний ефект від запропонованих заходів складе 16 662 грн. ($17500 - 838 = 16662$) за весь перевезений вантаж – 2500 кг, але в одну годину

6664,8 грн.

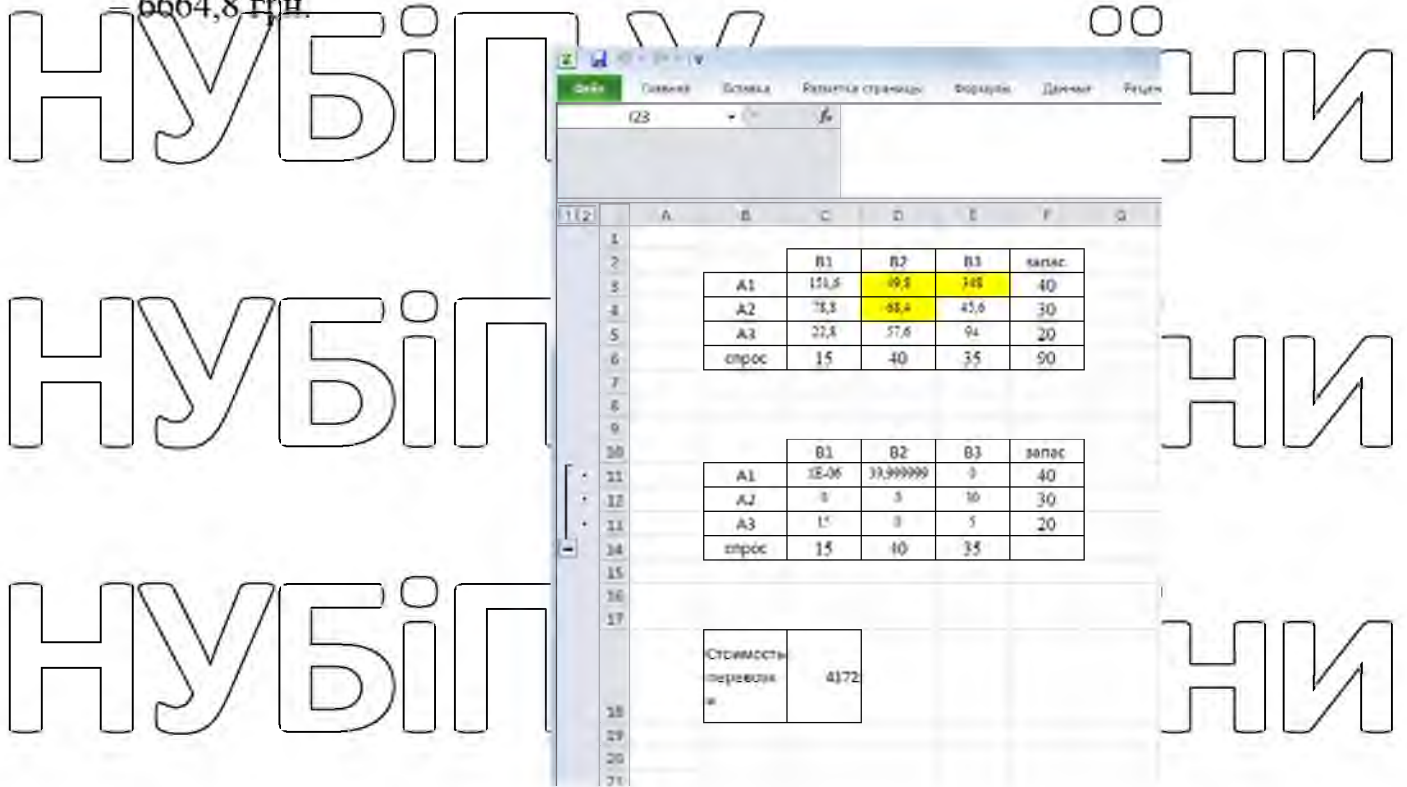


Рисунок 4.37 - Розв'язання транспортного завдання зі збільшуваними

тарифами

Вартість перевезень з урахуванням збільшення коефіцієнтів становить 4172 грн., що у 838 грн. дорожче, ніж транспортування за вихідними тарифами. Отже темп зростання тарифу становить 125,13%, тобто. приріст вартості транспортування за тарифами, які враховують поточні умови та стан дорожнього покриття, становить 25,13%.

За результатами обчислень, була складена номограма, що дозволяє визначати тарифи залежно від таких факторів як тип доріг та їх покриття, географічні особливості місцевості – яри, струмки, пересохлі русла річок та ін., які можуть за певних обставин стати або непереборними перешкодами для транспортного кошти, чи значно збільшити коливання кузова під час транспортування, і навіть погодні умови, які, накладаючись на вищеперелічені чинники, можуть значно ускладнити умови вантажоперевезення за типовими для даної місцевості маршрутами.

ВИСНОВОК

НУБІП України

Існуючі лінійні календарні та мережеві графіки не враховують безліч факторів, таких як дорожню ситуацію, стан дорожнього покриття, погодно-

НУБІП України

кліматичні умови, та ін. вантаж із боку споживачів і можливостях задовольнити цей попит із боку постачальників. Одноразово встановлений тариф на вантажоперевезення з одного пункту іншого не дозволяє взяти до уваги забезпечення збереження вантажу – особливо це стосується вантажу, що

НУБІП України

легко ушкоджується, зокрема плодоовочевої продукції під час транспортування. При цьому також не береться до уваги співвідношення «якості» вантажу у вихідних точках і кінцевих пунктах призначення. Тому виникає необхідність уточнення як цільової функції математичної моделі, так і її граничних умов, що дозволило б отримати коректніші оцінки загальної вартості вантажоперевезення при встановленому рівні збереження плодів.

НУБІП України

При перевезеннях сільськогосподарських вантажів на різних типах доріг необхідно скоригувати допустимі значення прискорень при перевезенні яблук, знизивши їх з $1,42 \text{ м/с}^2$ до $0,7... 1,2 \text{ м/с}^2$, зважаючи на коливання вантажу по всіх трьох координатах, і ввести заборону на їх транспортування ґрунтовими дорогами період лютів і осінньо-весняного бездоріжжя, а також по дорогах зі щобеновим покриттям, що знаходяться в незадовільному стані. Максимальні значення прискорення ($0,2 \text{ м/с}^2$) для асфальту дозволяють рекомендувати його

НУБІП України

«всепогодно» та з вищою швидкістю транспортного засобу; при русі автомобіля по асфальту зі швидкістю 50 км/год становище ящика несуттєво впливає на коливання яблук вздовж поздовжньої осі автомобіля (вісь x) – максимальне абсолютне відхилення становить $0,09 \text{ м/с}$; положення ящика над задньою віссю підвищує рівень коливань вертикальної осі (вісь z) на 44% ;

НУБІП України

положення ящика на задній консолі кузова (за задньою віссю) збільшує амплітуду коливань ящика вздовж поперечної осі автомобіля (вісь y); при русі автомобіля асфальтом зі швидкістю 50 км/год переважними напрямками коливань ящика є вертикальна і поперечна осі автомобіля; найкращим

положенням для ящика є задня консоль кузова (за задньою віссю), оскільки сумарні коливання в цьому положенні є найменшими, а найгіршим – положення над задньою віссю.

Навіть досить щільне укладання в тарі плодів стійкого до пошкоджень сорту не гарантує збереження плодів за наявності коливальних навантажень, причому за порівняно невисоких значень прискорення.

Температура в тарі з плодами визначається температурою зовнішнього приміщення, де вони розташовуються, а вологість у тарі з плодами суттєво зростає при їх ушкодженні – на 11-17 % по відношенню до контрольної групи

та сприяє прискоренню процесів гниття плодів.

Втрата товарного виду плодів відбувається вже на 3-4 день після ударно-вібраційного впливу, при цьому вже не можна говорити про їхнє подальше зберігання.

Розроблена номограма зміни вологості яблук від прискорень, яким вони піддавалися при транспортуванні, та часу їх подальшого зберігання, а також номограма перецінювання (зниження сортності) яблук залежно від прискорень та часу подальшого зберігання дозволяють прогнозувати час збереження яблук та їхню ціну залежно від умов їх транспортування, при

цьому номограма збільшення тарифу від погодних умов та дорожнього покриття дозволяє вибрати найбільш сприятливі маршрути перевезення, виключаючи потенційно небезпечні маршрути з точки зору високих рівнів коливального навантаження на плоди, що перевозяться. Економічний ефект

від дотримання умов вибору маршруту за рахунок підвищення рівня зберігання яблук склав 6664,8 за тону вантажу, що перевозиться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Котелянець В.І. Транспортний фактор в АПК // В.І. Котелянець. К.: ІАЕ, 2019. – 28 с.

2. Норми продуктивності та витрат палива на перевезення вантажів автомобільним транспортом в агропромисловому комплексі / за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: Укр. НДІ «Агропромпродуктивність», 2020. – 208 с.

3. Перебийнос В.І. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування: монографія. Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2016. 207 с.

4. Пугачов М.І. Транспортне обслуговування сільського господарства. К.: ІАЕ УААН, 2017. 174 с.

5. Фришев С. Г. Загальний курс транспорту: навч. посібник. Ніжин : Вид-во «Аспект-поліграф», 2007. 162 с.

6. <https://iak.bono.odessa.ua/articles/transportuvannja-avtotransportom-po.php>
<https://evgivanov.github.io/exp.html/book/book/part3/tema3-10.html>

7. https://referaty.pp.ua/abstracts/ua/econom-teoriya/econom-teoriya_6056_16.php Основні напрямки реформування АПК України

8. http://ru.osvita.ua/vnz/reports/econom_theory/22284/ АПК України: напрямки розвитку та шляхи подолання кризи / Реферат

9. <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/02/338.pdf> Чинники та проблеми ведення інтенсивного виробництва в аграрних підприємствах

10. https://pidruchniki.com/1081080636236/ekonomika/mehanizatsiya_pokazniki_vikoristannya_tehniki Механізація та показники використання техніки

11. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biography/38689/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%8F%D1%87%D0%BA%D0%B8%D0%BD Горячкин,

Василий Прохорович
12. <http://eccrjournal.vsau.org/files/pdfa/394.pdf> Обґрунтування типажу тракторів

13. <http://tehnika.megapetroleum.ru/pricerpnoe-ustrojstvo-traktorov-t-40-t-40a/> Прицепное устройство тракторов Т-40, Т-40А

14. <http://avto-motor.com.ua/karakteristiki-traktorov/> Тяговые характеристики тракторов расчет и испытание

15. https://life-prog.ru/ukr/1_2281_osoblivosti-rozrahunku-sobivartosti-transportnoi-produktsii.html Особливості розрахунку собівартості транспортної продукції

16. <http://zhmenka.com/roslinnictvo/ponyattya-i-zmist-technologi%D1%97-viroshhuvannya-silskogospodarskix-kultur/> Поняття і зміст технології вирощування сільськогосподарських культур

17. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomia-sehodni/item/395-niuanisy-v-tehnologii-no-till.html> Іншуанси в технології no-till

18. <http://ua.textreferat.com/referat-3452-2.html> Грунтозахисні енерго-, ресурсо- і вологозберігаючі технології вирощування культур

19. https://referaty.pp.ua/abstracts/ua/rps/rps_26393_12.php Грунтозахис на контурно-меліоративна система землеробства

20. <http://credobooks.com/planuvannya-ta-organizaciya-virobnictva-produktsii%D1%97-roslinnictva> Планування та організація виробництва продукції рослинництва

21. <https://agrolife.info/metodyka-rozrobk-metodyka-rozrobky-technologichnih-kart> Методика розробки технологічних карт

22. <http://www.zerno.org.ua/articles/technology/242-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%97-%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%96-%D0%BF%D0%BE-no-till-%D0%B2-%D1%84%D0%B3-%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BA%D1%96%D0%B4%D0%B8> Технологія

вирощування озимої пшениці по No-Till в ФГ "Бескідки"

23. <https://agrotimes.ua/article/tehnika-dlya-sivbi-zemovih/> Техніка для сівби зернових

24. <http://oplib.ru/random/view/1020039> Пристрої до зернозбиральних

комбайнів для збирання неколосових культур

25. <https://agrosience.com.ua/plant/53-vesnyanyi-ta-perepsovnyy-obrobitor-gruntu-tsukrovu-buryaku> Весняний та передпосівний обробіток ґрунту під цукрові буряки

26. http://agroua.net/news/news_47907.html Сучасні технології і техніка

для збирання цукрових буряків

27. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomia-shehodi/item/153-osoblyvosti-tehnologii-vyroschchuvannya-kartopli.html> Особливості технології

вирощування картоплі

28. Гевко Р. Б. Підвищення техніко-економічних показників машин для збирання картоплі Український журнал прикладної економіки. 2016. Том 1 №1. С. 39-49.

29. XXXII Міжнародна агропромислова виставка "АГРО-2020"

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agroexpo.org.ua>.

30. Grimme [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.grimme.de>

31. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення / Босняк М. Г. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2020. – 408 с.

32. Фришев С.Г., Докуніхін В.З., Козупиця С.І. Транспортний процес в АПК/ Пособник для самостійної роботи студентів. К.: Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, 2010. 460 с.

33. <https://agsolco.com/ru/tehnika-dlya-posadki-kartofelya/>

34. [https://dlf.ua/ua/zberigannya-ta-perevezennya-agroproduktsiyi-v-](https://dlf.ua/ua/zberigannya-ta-perevezennya-agroproduktsiyi-v-ukrayini/)

ukrayini/

35. <https://denzadnem.com.ua/blogy/korvisni-porady/80545>

36. <https://egritech.org/wp-content/uploads/2020/03/%D0%9F%D0%A1->

%D0%90%D0%A1-1422-%D0%9C-14.06.2017.pdf

37.
tari.html

<https://westudents.com.ua/glavy/34619-83-dostavka-kartopl-bez->

38. <https://agrotimes.ua/article/umovi-ta-sposobi-zberigannya-kartopli/>

39. Byshov N V, Borychev S N, Kashirin D E, Kokorev G D, Kostenko M

Y, Rembalovich G K, Simdyankin A A, Uspensky I A, Shemyakin A V, Yukhin I A, Danilov I K, Ryadnov A I and Kosul'nikov R A 2018 Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-

farm transportation ARPN J. of Engin. and Applied Scien. 10 3502-3508

40. James P. Yanta and Tong C B. 2013 Commercial postharvest handling of potatoes (*solanum tuberosum*) Reg. of the Univ. of Minnesota

41. Jobling, J. 2020. Temperature management is essential for maintaining produce quality. *Good Fruit and Vegetables*. 10: 30-31.

42. Stroud, G., Peters, J. and Cunnington, A. 2020. Effects of condensation on development of storage diseases. British Potato Council, online access 23rd March 2019 at www.potato.org.uk

43. [https://www.lsu.edu/agriculture/plant/extension/hcpl-](https://www.lsu.edu/agriculture/plant/extension/hcpl-publications/2_Pub.3442-TransportationofFreshProduce-BestPracticestoEnsureOn-FarmFoodSafety.pdf)
[publications/2_Pub.3442-TransportationofFreshProduce-BestPracticestoEnsureOn-](https://www.lsu.edu/agriculture/plant/extension/hcpl-publications/2_Pub.3442-TransportationofFreshProduce-BestPracticestoEnsureOn-FarmFoodSafety.pdf)

[FarmFoodSafety.pdf](https://www.lsu.edu/agriculture/plant/extension/hcpl-publications/2_Pub.3442-TransportationofFreshProduce-BestPracticestoEnsureOn-FarmFoodSafety.pdf)

44. Hashemi S. M. Strength of Super-Structure UN-ECE R66 Rollover Approval of Coaches based on Thin-Walled Framework Structures. *Vehicle Structures & Systems*. 2019. № 1(4). P. 78-84.

45. He Y., McPhee J. A design methodology for mechatronic vehicles: Application of multidisciplinary optimization, multibody dynamics and genetic algorithms. *Vehicle System Dynamics*. 2019. Vol. 43. Issue 10. P. 697-733. doi:10.1080/00423110500151077.

46. Saplinova V., Novikov I., Glagolev S. Design and specifications of racing car chassis as passive safety feature. *Transportation Research Procedia*. 2020. Vol. 50. P. 591-607. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.071

47. Rogovskii I. L., Titova L. L., Voinash S. A., Sokelova V. A.,

Tarandin G. S., Polyanskaya O. A. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 022100. doi:10.1088/1755-1315/677/2/022100.

48. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 6 (7-108). P. 71-79. doi:10.15587/1729-4061.2020.217747.

49. Kresan T., Pylypaka S., Ruzhlyo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O. External rolling of a polygon on a closed curvilinear profile. Acta Polytechnica. 2020. Vol. 60. No 4. P. 313-317. doi:10.14311/AP.2020.60.0313.

50. Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 3 (5(105)). P. 19-29. doi:10.15587/1729-4061.2020.206073.

51. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18.N245.

52. Safiullin R., Marusin A., Safiullin R., Ablyazov T. Methodical approaches for creation of intelligent management information systems by means of energy resources of technical facilities. E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 140. P. 10008. doi:10.1051/e3sconf/201914010008.

53. Aulin V., Hrynkiv A., Lysenko S., Rogovskii I., Chernovol M., Lyashuk O., Zamota T. Studying truck transmission oils using the method of thermal-oxidative stability during vehicle operation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 1(1(6(97))). P. 6-12. doi:10.15587/1729-4061.2019.156150.

54. Brylev I., Evtiukov S., Evtiukov S. Problems of calculating the speed of two-wheeled motor vehicles in an accident. *Transportation Research Procedia*. 2018. Vol. 36. P. 84-89. doi:10.1016/j.trpro.2018.12.047.

55. Evtiukov S., Karelina M., Terentyev A. A method for multi-criteria evaluation of the complex safety characteristic of a road vehicle. *Transportation Research Procedia*. 2018. Vol. 36. P. 149-156. doi:10.1016/j.trpro.2018.12.057.

56. Marusin A., Marusin A., Danilov I. A method for assessing the influence of automated traffic enforcement system parameters on traffic safety. *Transportation Research Procedia*. 2018. Vol. 36. P. 500-506. doi:10.1016/j.trpro.2018.12.136.

57. Soo S., Abdel S., Khodyakov A., Marusin A., Danilov I., Khlopkov S., The ways of effectiveness increase of liquid fuel with organic addition appliance in transportation. *Advances in Transportation Sciences*. 2020. Vol. 170. P. 833-838.

58. Роговський І. Л. Методичні засади визначення пасивної безпеки кузовних конструкцій колісних транспортних засобів. *Вісник Львівського національного аграрного університету (агроінженерні дослідження)*. Львів. 2021. Вип. 25. С. 189–198. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.189>.

59. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

60. Zagurskiy O., Ohienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2020. 162 p.

61. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. «Green» supply chain as a path to sustainable development. Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2019. P. 199-213.