

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

*Кафедра транспортних технологій*

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

**СВО «МАГІСТР»**

**на тему:** «Підвищення ефективності транспортування зерна кукурудзи на прикладі ТОВ «Урожай» Роменського району».

**Виконав:** здобувач вищої освіти  
2м курсу, групи ТРТ 2301м,  
спеціальності 275 «Транспортні  
технології (за видами)» спеціалізації  
275.03 «Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)»

Штибель Денис Сергійович

(прізвище та ініціали)

**Керівник:** доцент Ярошенко П. М.

(прізвище та ініціали)

**Рецензент:** доцент Циганенко Л. А.

(прізвище та ініціали)

Суми – 2024

# СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## Факультет будівництва та транспорту

**Кафедра:** транспортних технологій

**Ступінь вищої освіти:** «Магістр»

**Спеціальність:** 275 «Транспортні технології (за видами)»

**Спеціалізація:** 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету будівництва та транспорту

\_\_\_\_\_ к.т.н, доцент Соларьов О. О.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Штибеля Дениса Сергійовича*

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема кваліфікаційної роботи:** «Підвищення ефективності транспортування зерна кукурудзи на прикладі ТОВ «Урожай» Роменського району».

**керівник кваліфікаційної роботи:** к.т.н., доцент Ярошенко Павло Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом закладу вищої освіти від «29» 03. 2024 року № 932/ос

**2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи:** 18 грудня 2024 року

**3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:** Річні звіти базового підприємства, нормативно-технічна документація, наукові та літературні джерела, інтернет-ресурси, наукові звіти.

**4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**  
реферат, вступ, аналітична частина (розділ 1), основна частина (розділи 2, 3), охорона праці (розділ 4), техніко-економічне обґрунтування (розділ 5), висновки, список використаної літератури, додатки.

**5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:** \_\_\_\_\_  
Ілюстративний матеріал у вигляді презентації Microsoft Power Point на 10 аркушах (слайдах) формату А4

**6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування	к.е.н., доцент Тарельник Н. В.		
Охорона праці	ст. викладач Таценко О. В		

7. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_ *04 березня 2024 року*

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 15.01.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 19.02.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 04.03.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 18.03.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Аналітична частина»	до 01.05.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Основна частина»	до 02.09.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Охорона праці»	до 01.10.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Економічне обґрунтування»	до 18.11.2024 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 02.12.2024 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.12.2024 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 13.12.2024 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 18.12.2024 р.	

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_  
( підпис)

**Штибель Д. С.** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Керівник кваліфікаційної роботи** \_\_\_\_\_  
( підпис)

**Ярошенко П. М.** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи має 42 сторінки машинописного тексту, 5 рисунків, 6 таблиць, 17 літературних джерела, 10 аркушів графічної частини (слайди на диску).

### **ЗЕРНО КУКУРУДЗИ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, АВТОПАРК, ЗБИРАННЯ, ВАНТАЖОПДІЙОМНІСТЬ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО, ЗЕРНОВОЗ, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ**

*Об'єктом досліджень є технологічний процес транспортування зерна кукурудзи в сільськогосподарському підприємстві.*

В даній магістерській роботі йдеться мова про підвищення ефективності транспортування зерна кукурудзи, що здійснюється в межах аграрного підприємства. Робота має п'ять розділів.

Актуальність досліджень обумовлена недостатньою вивченістю впливу терміну служби транспортних засобів на ефективність та паливну економічність перевезення зерна кукурудзи з поля на тік товариства.

Проведена обробка результатів досліджень. Визначені економічні показники транспортування зерна кукурудзи.

За результатах досліджень наведені висновки та запропоновані шляхи оптимізації транспортування зерна кукурудзи в аграрному підприємстві.

## ЗМІСТ

Реферат .....	4
Вступ .....	6
1. Ефективність використання транспорту на внутрішньогосподарських перевезеннях .....	7
2. Правильний вибір маршруту для транспортування зерна кукурудзи ....	13
3. Теоретичні передумови до оцінки норм паливних витрат вантажними автомобілями .....	23
4. Охорона праці.....	32
5. Техніко-економічне обґрунтування.....	35
Загальні висновки.....	39
Література.....	40
Додатки.....	42

## ВСТУП

Вирощування зерна – складний та трудомісткий процес. Використання механізованої техніки для вирощування зернових культур значно спрощує та скорочує фізичне навантаження на працівників сільськогосподарської галузі, особливо під час збирання врожаю. Грамотний підхід до проведення збирання зерна є першорядною операцією при виробництві зернових культур. Ефективність збирального процесу значною мірою визначається рівнем його транспортного обслуговування, а саме ефективністю використання автотранспортних засобів.

Високий рівень сезонності, короткий термін збирання, незадовільний технічний стан більшості автотранспортних засобів створюють проблеми при транспортуванні зерна від комбайна на зерносховище.

Незважаючи на достатню кількість робіт на цю тему, на даний момент є можливості щодо вдосконалення організації, планування та управління процесом перевезення.

Якщо говорити про техніку та технологію використання автомобільного парку, то очевидно, що великі резерви закладено у вдосконаленні організації проведення цих робіт. Загальні принципи прогресивних форм організації праці, як відомо, полягають у пропорційності, узгодженості, рівномірності та безперервності виробничих процесів. Здійснення їх дає більшу можливість найбільш повно використовувати трудові ресурси та техніку, домагаючись зростання продуктивності праці.

На організацію збирального процесу як класичного логістичного процесу уваги приділяють дуже мало. Але що таке логістика збирання кукурудзи на зерно? Це постановка процесу який визначає оптимальне поєднання технічних, людських, матеріальних ресурсів, побудова ланцюжка руху товару від поля – до елеватора. І частка витрат на цьому етапі дуже висока.

В представленій магістерській роботі ми спробуємо дати відповіді на деякі питання підвищення ефективності транспортування зерна кукурудзи в межах сільськогосподарського підприємства.

## РОЗДІЛ 1.

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТУ НА ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Сільське господарство належить до галузей, що мають значну номенклатуру вантажів. Тільки рослинництво та тваринництво дають понад 45 найменувань вантажів у вигляді основної та побічної продукції. Крім того, 30-35 видів найменувань вантажів необхідні для забезпечення виробничих процесів у зазначених галузях. Широка номенклатура вантажів характерна не тільки для більшості сільськогосподарських підприємств через універсальність х виробництва, а й для вузькоспеціалізованих господарств, де набір вантажів складається з 40-50 укрупнених найменувань.

Одним із головних факторів, що характеризують сільськогосподарські вантажі, є мінливість їх механічних властивостей під впливом вологості, тиску, температури, тривалості зберігання. Зі збільшенням висоти зберігання матеріалу зростає небезпека злежування, вологі матеріали схильні до змерзання і т. д. Багато вантажів легко ушкоджуються. Найбільше ушкоджуються коренеплоди при перевезеннях навалом. У цьому випадку втрати від пошкодження, наприклад, бульб картоплі, при вантажно-розвантажувальних роботах досягають 16% і більше. Надалі при зберігання навалом втрати збільшуються ще на 18% і більше[1, 2].

Сезонний характер сільськогосподарського виробництва викликає значні коливання обсягу транспортних робіт упродовж року. Аналіз обсягу перевезень показує, що їх характер приблизно однаковий для різних ґрунтово-кліматичних зон - збільшення в літні місяці та зменшення у зимові. Нерівномірний характер перевезень більшою мірою виражений у господарствах зернового напрямки та в меншій — м'ясо-молочного.

Специфіка сільськогосподарського виробництва найчастіше викликає необхідність у неодноразовому перевезенні тих самих вантажів, що має

враховуватися під час планування роботи сільськогосподарських транспортних засобів.

Сучасне сільське господарство нерозривно пов'язане з технологічними транспортними засобами, що використовуються при обробітку, збиранні та транспортуванні зернової складової продукції аграрного виробництва.

На дорогах або в полі – сучасна транспортна техніка сьогоднішній день має відповідати різноманітним вимогам [4].

Для перевезення вантажів використовуються як автомобільний транспорт, так і тракторні транспортні засоби (причепи та напівпричепи), а також технологічні транспортні засоби (причепи для внесення органічних та мінеральних добрив, для роздачі кормів, завантажувачі сівалок, причепи-перевантажувачі та ін.).

До 2020 р. на частку автомобільного транспорту припадало до 73% обсягу перевезень, тракторного транспорту – 27%. Пріоритетний розвиток перевезень автомобільним транспортом пояснюється значним середнім радіусом перевезень вантажів, а також нижчою собівартістю автоперевезень за хороших дорожніх умов.

Особливі труднощі створюють вантажі, пов'язані з вивезенням урожаю (так звані «пікові» вантажі). Максимальна потреба в універсальних автомобілях приходить на напружений період.

Сучасний стан сільськогосподарського транспорту характеризується низьким технічним рівнем, сильною зношеністю рухомого складу та вантажних засобів, незадовільним станом виробничої бази.

Понад 30% транспортних та вантажних засобів експлуатуються за межами нормативного терміну служби, решта наближається до цього стану [5-7]. Загалом же забезпеченість агропромислового комплексу сільськогосподарськими транспортними засобами нижче за норму.

Зниження темпів поповнення та оновлення парку транспортних та вантажних засобів за останні роки призвело до значного погіршення їх

технічного стану, працездатності та транспортного обслуговування виробничих процесів у сільському господарстві.

Тракторні перевезення становлять 22-27% від загального обсягу транспортних перевезень та 45% обсягу внутрішньогосподарських перевезень [7]. Для порівняння: за допомогою тракторів у Норвегії перевозиться 95% вантажів, Німеччини – 80,5, Угорщини – 77, Чехії – 55%. Це пояснюється тим, що вартість тракторних перевезень в Україні, як правило, вища вартості автомобільних. Тракторні перевезення здійснюються там, де за технічними можливостями не можуть бути використані автомобілі або їх застосування стає порівняно з тракторами нерентабельним. Тракторні транспортні засоби застосовуються на внутрішньогосподарських перевезеннях та у транспортно-виробничих процесах: внесення добрив, прийом продукції безпосередньо в полі від збиральної машини, роздачі кормів тощо.

У довгостроковій перспективі сільськогосподарське машинобудування має орієнтуватися на показники технічного рівня, вже досягнуті у кращих зразках зарубіжної сільськогосподарської техніки (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Показники технічного рівня сільськогосподарської техніки (тракторів) на довгострокову перспективу

Показники	Технічний рівень	
	довгострокова перспектива	досягнутий в Україні
Багатофункціональність машин – кількість одночасно виконуваних операцій	10	5
Вантажопідйомність причепів, т	40	14
Транспортна швидкість, км/год.	50...60	20...30
Потужність двигунів тракторів, к. с.	510	275
Питомі витрати палива двигунами тракторів, г / к.с.-год.	102	141
Запас крутного моменту в двигунів тракторів, %	60	20...25

Вимоги екології	Євро-4, Stage-N, Tier-IV	Євро-1, Tier-II
Ресурс роботи двигунів тракторів, тис. мото-год.	20	5
Напрацювання на складну відмову у тракторів, тис. мото-год.	2,0	0,25...0,4
Коефіцієнт готовності тракторів в умовах звичайної експлуатації	0,99	0,9...0,94
Рівень шуму в кабінах, дБА	менше 70	80...88

Для покращення транспортного обслуговування АПК необхідно удосконалювати технології перевезень із застосуванням транспортної логістики, поповнювати та оновлювати наявний транспортний парк, але у зв'язку з низькою платоспроможністю сільськогосподарських підприємств та високими цінами на автотракторну техніку проблема забезпечення сільського господарства транспортними засобами набуває найбільше гострий характер.

Ціни на транспортні засоби постійно зростають. Придбання спеціалізованих транспортних засобів знижує коефіцієнт використання пробігу, збільшує капіталовкладення на рухомий склад та собівартість перевезень і, як наслідок, ціни на сільськогосподарської продукції. Для вирішення цих проблем при організації транспортних робіт доцільно використовувати тягові шасі, з системою зміни кузовів з різними їх видами. Це напрямок вирішення транспортних проблем має пріоритетний розвиток за кордоном і має знайти застосування в Україні, що дозволить організувати роботу транспортно-технологічних машин за принципом транспортної логістики (потрібний вантаж у необхідний час з мінімальними витратами) при обслуговуванні підприємств АПК та підвищить ефективність сільськогосподарського виробництва.

Ефективність транспортних засобів значно підвищується, якщо розстановку тари та вивезення плодів із міжрядь виконують транспортні агрегати, обладнані пристроями для їх навантаження та розвантаження. Поєднання функцій завантаження та розвантаження в одному. Транспортний агрегат дуже цінний для роботи в садах. Це сприяє зменшенню кількості перевалок плодів, зростанню продуктивності праці, зниженню кількості машин і

людей, які беруть участь у технологічному процесі та в цілому покращення організації робіт.

Аналіз показує, що найвищі техніко-економічні показники, що використовуються у перспективній технології, забезпечуються при виконанні таких основних вимог:

параметри агрегату та його робочих органів повинні відповідати агротехнічним, економічним та енергетичним умовам роботи;

агрегат повинен забезпечити ритмічність та потоковість збирання та вивезення плодів із саду;

бути компактним, маневреним, не пошкоджувати плодове насадження;

працювати в садах з ухилом до  $10^\circ$ , не пошкоджуючи плодів та коріння плодових дерев і не ущільнюючи структуру ґрунту в міжряддях;

забезпечувати максимальну безпеку плодів у процесі навантаження, розвантаження, транспортування;

бути зручним для обслуговування, забезпечувати хорошу оглядовість робочого місця оператора під час виконання технологічного процесу, відповідати вимогам безпеки.

Передові технології в галузі електроніки, сенсорної техніки та програмного забезпечення визначають характер агротехнічних інновацій і ведуть до збільшення автоматизації робочих процесів у рослинництві з метою організувати роботу більш ефективно, якісно, точно, екологічно та економічно доцільно.

Пріоритетний розвиток має отримати розробка інноваційних технологій, які забезпечують значне збільшення врожайності, продуктивності та ресурсозбереження у сільському господарстві. Підвищення надійності сільськогосподарської техніки має сприяти застосування нових технологій при технічному обслуговування та ремонт техніки та обладнання, зносостійких та високоякісних матеріалів та покриттів. Це дозволить досягти моторесурсу двигуна 16-20 тис. мото-год за термін служби.

Робота на інтелектуальній техніці, освоєння наукомістких, точних технологій вимагатимуть перегляду кадрової політики та освіти в АПК, яка має базуватися на організації господарств та їх інженерне забезпечення нового типу.

*Метою даної магістерської роботи є підвищення ефективності перевезень зерна кукурудзи шляхом удосконалення внутрішньогосподарських перевезень з визначенням оптимального маршруту руху транспортних засобів.*

Для вирішення поставленої задачі необхідно:

виконати аналіз робіт із дослідження внутрішньогосподарських перевезень зерна кукурудзи;

визначити найбільш значущі чинники, які впливають обсяг споживання палива автомобілем і під час внутрішньогосподарських перевезень зерна кукурудзи;

провести експериментальні дослідження та визначити економічний ефект.

*Об'єкт дослідження* – внутрішньогосподарські перевезення зерна.

*Предмет дослідження* – теоретичні моделі та практичні підходи до вдосконалення внутрішньогосподарських перевезень зерна.

## РОЗДІЛ 2.

### ПРАВИЛЬНИЙ ВИБІР МАРШРУТУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Правильний підхід до організації робіт сільськогосподарської та збиральної техніки сприяє суттєвій економії ПММ та фінансів підприємства, а також дозволяє оптимально експлуатувати та утримувати спецтехніку.

На витрату паливного ресурсу техніки впливають багато чинників, які слід врахувати і під час розрахунків споживанні палива транспортним засобом.

Споживання паливних ресурсів залежить від таких основних факторів [1]:

- стиль керування транспортним засобом (при агресивному стилі керування часто водієм виконується неправильне перемикання передач, а також вибирається неправильний швидкісний режим, все це веде до перевитрати споживання ПММ);

- погодні умови;

- сезон виконання робіт (при зимовій експлуатації потрібно додаткових прогрів двигуна);

- ландшафт місцевості, де виконуються роботи. Також є ряд кількісних та якісних характеристик, які також впливають на споживання паливних ресурсів;

- покриття дорожнього полотна (польова дорога, снігова дорога, дорога з твердим покриттям, засипана гравієм, щебенева дорога, піщана, ґрунтова після опадів, дорога з глибокими коліями, рілля тощо);

- вантажопідйомність ТЗ або ТЗ з причепом;

- вік автомобіля (оскільки споживання паливних ресурсів залежить від стану двигуна, стану паливної системи, охолоджуючої системи тощо);

- показники тиску в шинах і т. д.

Слід зазначити, що вибір «короткого» шляху перевезення сільськогосподарських вантажів який завжди найоптимальніший, так як в умовах сільської місцевості «короткий» маршрут у більшості випадків

проходить польовими дорогами, де на стан дорожнього полотна впливають такі фактори як погода і пора року.

Аналіз досліджень процесів обробітку зерна показав, що значна частка економічних витрат посідає виконання зернозбиральних робіт, а саме здійснення транспортних робіт з організації перевезень від місця збору до місця зберігання або первинної переробки.

Для зниження економічних витрат за організацію процесу перевезення зерна потрібно провести коректні розрахунки обсягів перевезення з умовою підвищення ефективності експлуатації рухомого складу аграрного підприємства.

Як свідчить аналіз використання автомобільного транспорту скорочення кількості автомобілів негативно вплинуло на його використання. Тому першочергово необхідно визначити мінімальну, але достатню кількість транспортних засобів для забезпечення безперебійної роботи збиральних машин. Вихідними даними для розрахунку транспортного процесу є строки виконання і обсяги робіт, відстань перевезень тощо [3; 9].

Необхідну кількість автомобілів  $N_a$  для обслуговування групи збиральних машин, які мають власні технологічні місткості, визначають за формулою:

$$N_a = \frac{N_k \cdot t_a}{(t_{\text{б}} + t_{\text{рб}}) \cdot n_{\text{б}}}, \quad (2.1)$$

де  $N_k$  – кількість комбайнів у збиральній ланці, шт.;

$t_a$  – тривалість рейсу (циклу) автомобіля, хв.;

$t_{\text{б}}$  і  $t_{\text{рб}}$  – тривалість заповнення бункера комбайна зерном та тривалість його розвантаження відповідно, хв.;

$n_{\text{б}}$  – кількість бункерів зерна, які поміщаються в кузові автомобіля, шт.

Тривалість циклу (рейсу) автомобіля по перевезенню зерна з поля на тік визначають згідно формули:

$$t_a = (t_{\text{рб}} + t_{\text{пер}}) \cdot n_{\text{б}} + \frac{120 \cdot S}{v_a} + t_{\text{зв}} + t_{\text{роз}}, \quad (2.2)$$

де  $t_{\text{пер}}$  – тривалість переїздів автомобіля від краю поля до комбайна або між комбайнами, хв.;

$S$  – відстань транспортування зерна, км;

$v_a$  – середньотехнічна швидкість руху автомобіля, км/год;

$t_{зв}$  і  $t_{роз}$  – тривалість зважування і розвантаження зерна на току відповідно, хв.

Тривалість заповнення бункера комбайна зерном визначимо згідно залежності:

$$T_6 = \frac{V_6 \cdot \gamma_3 \cdot \varphi \cdot (1 + \delta_c)}{60 \cdot g_m}, \quad (2.3)$$

де  $V_6$  – місткість (об'єм) бункера комбайна, м<sup>3</sup>;

$\gamma_3$  – щільність зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення (або спорожнення) бункера зернозбирального комбайна ( $\varphi = 0,90 \dots 0,95$ );

$\delta_c$  – солломистість культури, що збирається;

$g_m$  – пропускна здатність молотарки комбайна, кг/с.

Кількість транспортних засобів (автомобілів) при завантаженні їх збиральними машинами в процесі взаємоузгодженого руху (наприклад при збиранні кукурудзи на зерно) визначають за формулою:

$$n_a = \frac{U_\Gamma}{W_\Gamma}, \quad (2.4)$$

де  $U_\Gamma$  – годинний обсяг транспортування вантажів, т-км;

$W_\Gamma$  – годинна продуктивність транспортного засобу (автомобіля), т-км.

Годинний обсяг перевезень залежить від кількості зібраної за годину продукції та відстані її доставки.

Годинна продуктивність автомобіля дорівнює:

$$W_\Gamma = \frac{60 \cdot g_n \cdot \gamma_b \cdot S}{t_{ц}}, \quad (2.5)$$

де  $g_n$  – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу (автомобіля), т;

$\gamma_b$  – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

$t_{ц}$  – тривалість циклу (рейсу) автомобіля, хв.

При вирощуванні зернових культур витрати на організацію транспортування зерна сягають 40% від загального обсягу економічних витрат аграрного підприємства на вирощування [2]. Для ефективного та грамотного

управління економічними витратами при виконанні транспортних робіт необхідно оптимізувати етапи транспортно-логістичного процесу, починаючи від вибору виду транспортних засобів, задіяних у процесі доставки, до побудови маршрутів та оперативного контролю транспортних витрат [3, 4].

Як зазначалося вище, транспортні витрати у значній частці залежить від грамотного вибору виду використовуваного автотранспорту. Для зниження витрат при організації внутрішньогосподарських перевезень потрібно мінімально скоротити кількість простоїв [5], порожніх пробігів транспортного засобу, а також вибрати оптимальний маршрут доставки вантажу до місця зберігання з урахуванням паливних та тимчасових витрат [6, 7].

Згідно з експертними думками, паливні витрати при організації перевезень становлять близько 50% усіх витрат на транспортну логістику, при цьому варто врахувати, що часто такий обсяг витрат ПММ не завжди обґрунтований [8,9,10]. Найчастіше при організації транспортних робіт водій транспортного засобу самостійно визначає маршрут руху до місця вивантаження, спираючись лише на свою думку щодо формування транспортної логістики. Цей вибір не завжди виявляється правильним.

Оснащення аграрних підприємств Сумської області сучасною збиральною та транспортною технікою характеризується негативною динамікою.

Регулярне оновлення рухомого складу – витратна справа. Тому в збиральних процесах у сільському господарстві велику частку рухомого складу займають вантажні автомобілі з терміном експлуатації понад 8 років.

Не секрет, що витрата палива в одного і того ж транспортного засобу може суттєво змінюватись від різних експлуатаційних факторів, у тому числі температури навколишнього повітря. Аналіз результатів раніше проведених досліджень дозволяє зробити висновок, що на значення паливної витрати транспортних засобів впливає декілька факторів [11,12], що залежать від температурних умов експлуатації, у тому числі зміна опору коченню шин, підвищення аеродинамічного опору, а також, в цілому, роботу двигуна [13].

У технічних характеристиках транспортних засобів зазначений такий параметр, як нормативна витрата палива на одиницю пробігу (л/100 км). Але при здійсненні технологічних процесів транспортними засобами реальні показники можуть відрізнятися від нормативних значень [14,15].

Існують кілька видів норм витрати палива: лінійні норми, які регламентують витрату палива під час руху автомобіля, норми паливної витрати на роботу спеціального обладнання, встановленого на автомобілі та питома витрата палива на одиницю транспортної роботи [16].

Існують такі види лінійних норм:

- 1) базова норма на 100 км. пробігу автомобіля;
- 2) норма на 100 тонно-кілометрів транспортної роботи (ця норма враховує додаткову витрату палива при виконанні перевезення вантажу автомобілем);
- 3) норма на їздку з вантажем (ця норма враховує додаткову витрату палива, що залежить від маневрування в пунктах завантаження та розвантаження).

Використання поправочних коефіцієнтів для розрахунку паливних витрат за виконання технологічних робіт дозволяє отримати об'єктивні значення витрати палива автомобіля.

У представленій роботі використовується розрахунково-статистичний метод оцінки витрати палива з урахуванням статистичних даних фактичних значень витрат палива з урахуванням чинників, які впливають зміну нормальних умов експлуатації [17].

Таким чином, у наших розрахунках спиратимемося на такі коригувальні показники [18]:

- 1) складні умови експлуатації. Під цим показником розуміється рух автомобіля у складних дорожніх умовах, такі як рух по пересіченій місцевості, рух автомобіля по дорогах зі складним плавним рух по полю і т. д.;
- 2) термін експлуатації автомобіля;
- 3) чи здійснювався капітальний ремонт автомобіля перед виконанням зернозбиральних робіт.

Значення поправочних коефіцієнтів отримано у межах проведення експериментальних заїздів.

Розглянемо реальний приклад організації доставки сільськогосподарської продукції до місця первинної переробки чи зберігання з прикладу сільськогосподарського виробника ТОВ «Урожай» Роменського району Сумської області.

Від місця збирання сільськогосподарської продукції до місця зберігання доставити вантаж можна двома маршрутами: Маршрут №1 протяжністю 17,1 км і асфальтовим покриттям, Маршрут № 2 протяжністю 13,8 км без твердого покриття (рис.2.1).



Рис. 2.1 – Можливі транспортні шляхи для доставки зерна від місця збору до місця зберігання

На перший погляд, складно оцінити який маршрут руху є оптимальним для здійснення вантажних перевезень. Різниця протяжності шляху становить 3,3 км.

Розрахунок паливних витрат при перевезенні зерна виконано на основі методичних рекомендацій до розпорядження Міністерства транспорту і зв'язку України із застосуванням поправочних коефіцієнтів:

$$Q_H = 0,01 \cdot ((H_s \cdot S + 1,3 \cdot S_{\text{ван}} \cdot V \cdot \rho \cdot \kappa \cdot 0,001) \cdot (1 + 0,01 \cdot (\mu + \beta + \alpha))), \quad (2.6)$$

де  $Q_H$  – розрахункове значення споживання палива;

$H_s$  – норма витрати палива на 100 км при порожньому пробігу (без вантажу), л/100км;

$S$  – довжина загального пробігу автомобіля, км;

$S_{\text{ван}}$  – довжина пробігу автомобіля з вантажем, км;

$V$  – об'єм кузова автомобіля, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – щільність зернової культури на 1 м<sup>3</sup>, що перевозиться транспортним засобом;

$k$  – коефіцієнт завантаження кузова, %;

$\mu$  – поправочний коефіцієнт на рух автомобіля у складних дорожніх умовах (колії, рух по пересіченій місцевості, полю);

$\beta$  – поправочний коефіцієнт на використання автомобіля старше 8 років експлуатації у перевезеннях;

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт використання автомобіля після проходження капітального ремонту двигуна.

Розрахунки виконані у програмному продукті, розробленому щодо розрахунків паливних витрат за підприємстві.

Для розрахунку візьмемо один із транспортних засобів підприємства, задіяних при збиранні зернових культур під час зернозбиральних робіт. Автомобіль, що стоїть на балансі підприємства КАМАЗ 45143-6012-50 (бортовий), терміном експлуатації понад 8 років має наступні технічні характеристики табл.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики автомобіля

КАМАЗ 45143-6012-50

№ п/п	Транспортний засіб	Споряджена маса	Вантажність, кг	Повна маса	Об'єм кузова, м <sup>3</sup>	Контрольована витрата палива, л/100 км, при 60 км/год.
1	Автомобіль КАМАЗ 45143-6012-50	10700	11700	22400	15,2	26

Виконаємо розрахунки паливних витрат під час перевезення зерна кукурудзи за двома запропонованими маршрутами при завантаженні кузова на 100% від його обсягу.

Маршрут №1 протяжністю 17,1 км та асфальтовим покриттям:

Пробіг автомобіля на маршруті «поле – зерносховище – поле» складає 34,2 км.

Пробіг автомобіля з вантажем – 17,1 км.

Щільність кукурудзи на момент перевезення – 780 кг/м<sup>3</sup>.

Автомобіль терміном експлуатації понад 8 років.

Капітальний ремонт двигуна не провадився.

Дорожнє покриття – асфальтове.

Розрахунок виконаний у розробленому програмному продукті.

Витрата палива на виконання транспортної роботи в існуючих умовах за маршрутом №1 склала 12,680 л.

Маршрут №2 протяжністю 13,8 км, що не має твердого покриття:

Пробіг автомобіля на маршруті «поле – зерносховище – поле» складає 27,6 км.

Пробіг автомобіля з вантажем – 13,8 км.

Щільність пшениці на момент перевезення – 780 кг/м<sup>3</sup>.

Автомобіль терміном експлуатації понад 8 років.

Капітальний ремонт двигуна не провадився.

Рух здійснюється у складних дорожніх умовах (поле).

Розрахунок виконаний у розробленому програмному продукті.

Витрата палива на виконання транспортної роботи в існуючих умовах за маршрутом № 2 склала 13,024 л.

Різниця значень не видається суттєвою.

Але якщо врахувати, що за день «поле – зерносховище – поле» здійснюється близько 8 поїздок, збереження палива при виборі оптимального маршруту на одну одиницю техніки становить 2,752 л дизельного палива. А якщо врахувати, що в день експлуатується відразу декілька транспортних засобів з

різними технічними показниками, роботи виконуються тривалий час, перевозяться різні вантажі з різною масою, то сума загальної економії виконання транспортних робіт при збиранні зернових культур може становити кілька десятків тисяч гривень.

Нижче на рисунку 2.2 представлена діаграма порівняння паливних витрат при виконанні 1 рейсу, 8 рейсів (1 робочий день) та 40 рейсів (5 робочих днів) одним і тим же автомобілем при перевезенні вантажу однієї маси за коротким «польовим» і довгим (рух здійснюється за асфальтом) маршрутами.

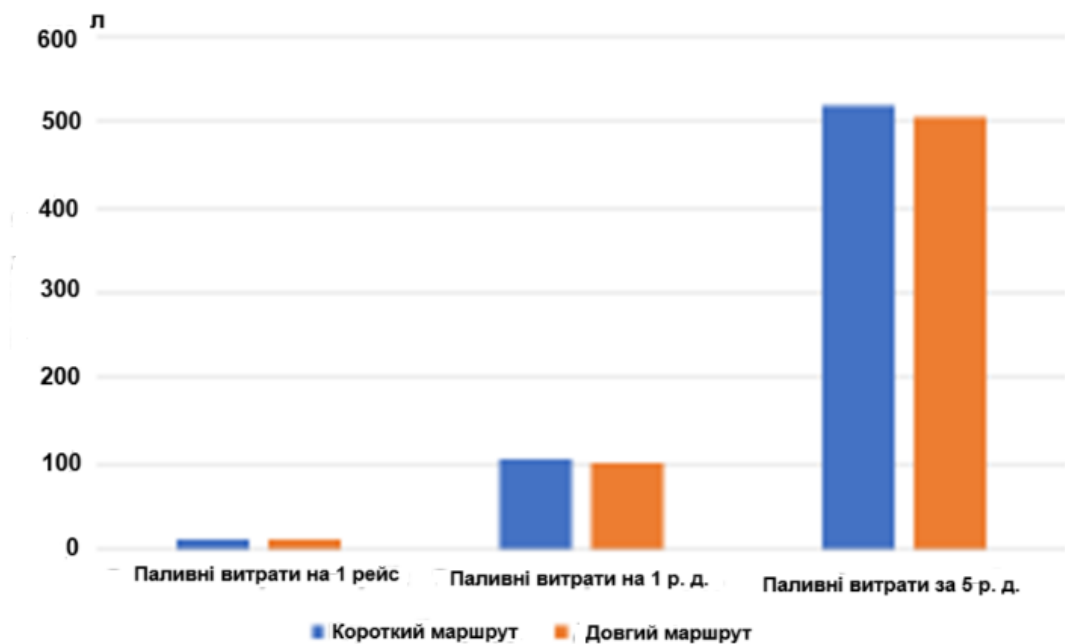


Рис. 2.2 – Порівняння паливних витрат одного транспортного засобу при русі різними маршрутами в одиницю часу

## Висновок

Для обґрунтованого вибору оптимального маршруту перевезення вантажів до місця зберігання за умов експлуатації для підприємства використання програмного продукту дозволить з урахуванням розрахункових значень визначити оптимальний маршрут до виконання перевезень зернових культур до місць зберігання. Розрахунки виконувалися виходячи з науково-обґрунтованих розрахунків із застосуванням поправочних коефіцієнтів, притаманних умовам експлуатації транспортних засобів. У програмі вже містилася база показників технічних характеристик транспортних засобів на підприємстві. Також при зміні

автомобільного парку реалізовано можливість самостійного додавання транспортних засобів та його технічних характеристик. Економічна ефективність з однієї одиниці техніки під час експлуатації 5 днів у грошовому еквіваленті може досягати 688 гривень (при значенні 50 гривень за 1 літр дизельного палива).

### РОЗДІЛ 3.

## ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО ОЦІНКИ НОРМ ПАЛИВНИХ ВИТРАТ ВАНТАЖНИМИ АВТОМОБІЛЯМИ

В даному розділі розглянуто норми витрати палива транспортними засобами (ТЗ). Вони залежать від марки, моделі та модифікації ТЗ. Для кожного вантажного ТЗ встановлюються кілька видів норм споживання палива:

- базова норма споживання палива на 100 км пробігу автотранспортного засобу (АТЗ) в спорядженому стані (л/100 км);
- транспортна норма споживання палива на (л/100 км) при виконанні транспортної роботи;
- експлуатаційна норма споживання палива (л/100 км) встановлюється за місцем експлуатації транспортного засобу, ґрунтуючись на показниках базової та/або транспортної норми з урахуванням поправочних коефіцієнтів;
- транспортна норма на 100 тонно-кілометрів (л/100 т-км). Транспортна норма на 100 тонно-кілометрів враховує значення додаткової витрати палива на рух автотранспортного засобу з вантажем, автопоїзду з причепом/напівпричепом з вантажем або без вантажу.

В результаті аналізу було виявлено, що для сільськогосподарської галузі найбільш значущі такі фактори, що впливають на значення споживання палива автомобілем:

1. Маса вантажу, що перевозиться.
2. Термін експлуатації автомобіля понад 8 років.
3. Експлуатація автомобіля після проведення капітального ремонту двигуна.

На внутрішньогосподарських перевезеннях зерна найчастіше застосовують наступні типи вантажних автомобілів: бортові вантажні автомобілі та автомобілі-самоскиди.

Для визначення частки впливу зазначених вище факторів, що впливають на споживання палива автомобілем, проведено випробувальні заїзди. У ході

випробувальних заїздів визначено значення поправочних коефіцієнтів, які необхідно враховувати під час розрахунку експлуатаційних норм споживання палива автомобілем. Так було виявлено, що витрата палива автомобілем-самоскидом, термін експлуатації якого понад 8 років, збільшується в середньому на 9,66%, а витрата палива вантажним бортовим автомобілем, термін експлуатації якого понад 8 років, у середньому збільшується на 9,74%. При експлуатації автомобіля після капітального ремонту двигуна слід враховувати, що споживання палива зростає приблизно 9,65%. При русі автомобіля-самоскида ґрунтовою польовою дорогою споживання палива автомобілем зростає на 30%, а під час руху бортового вантажного автомобіля споживання палива збільшується в середньому на 29,9%.

Для розрахунку експлуатаційної норми витрати пального вантажним автомобілем, що виконує роботу з причепом/напівпричепом, слід застосовувати формулу (3.1), отриману нами:

$$Q_H = 0,01 \cdot ((H_s + 1,3 \cdot G_{\text{ван}}) \cdot S + 1,3 \cdot (S_{\text{ван}} \cdot (V + v_{\text{пр}}) \cdot \rho \cdot \kappa \cdot 0,001) \cdot (1 + 0,01 \cdot (\mu + \beta + \alpha))),$$

де  $G_{\text{ван}}$  – величина вантажу в автопоїзді;

$v_{\text{пр}}$  – об'єм кузова причепа автопоїзда, м<sup>3</sup>.

Для підвищення ефективності організації транспортних процесів при внутрішньогосподарських перевезеннях зерна у межах роботи пропонується використовувати підхід щодо складання оптимального маршруту перевезення сільськогосподарської продукції з урахуванням найменших витрат палива.

Ефективність розглянутого завдання вдосконалення внутрішньогосподарських перевезень зерна оцінюється за рахунок зниження паливних витрат. Застосування цього рішення здійснюється на підставі раціонального керування транспортними потоками при внутрішньогосподарських перевезеннях зерна під час проведення жнив.

Організацію внутрішньогосподарських перевезень зерна можна показати з допомогою теорії графів (див. рисунок 3.1).

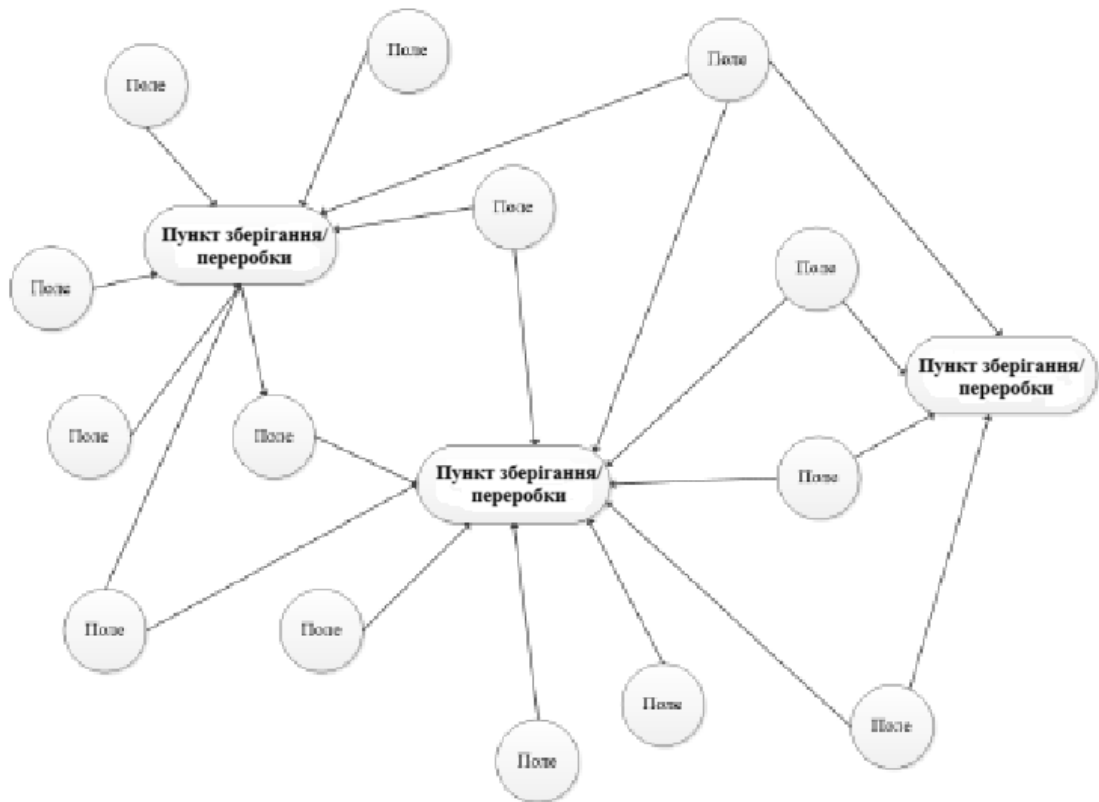


Рис. 3.1 – Семантична модель організації внутрішньогосподарських перевезень

У нашому випадку, при вирішенні транспортної задачі, вершинами графа будуть виступати пункти зберігання чи первинної переробки зерна, а також поля, з яких вивозиться зібраний урожай. В якості орієнтованого ребра, спрямованого з однієї вершини до іншої, виступає можливий шлях транспортування отриманого врожаю до пункту зберігання чи первинної переробки, тобто. шлях з однієї вершини до іншої.

Представивши модель внутрішньогосподарських перевезень зерна, сформулюємо загальну постановку транспортної задачі. Необхідно визначити оптимальний план перевезень зерна з пунктів відправлення, у нашому випадку ними є поля, у пункти призначення (пункти зберігання/переробки). Під критерієм оптимальності розуміється мінімальне значення паливних витрат при організації перевезення вантажу.

Позначимо через  $s_{ij}$  паливні витрати на перевезення вантажу з пункту відправлення  $i$  (поле) до пункту призначення  $j$  (пункт зберігання або переробки). Або, інакше кажучи,  $s_{ij}$  – паливні витрати на одну їздку з вантажем. Позначимо

через  $A_i$  запаси вантажу в  $i$ -му пункті відправлення (обсяг зібраного врожаю зернових), через  $B_j$  – потреби вантажу в  $j$ -му пункті призначення, а через  $X_j$  – кількість одиниць вантажу, що перевозиться, з пункту відправлення до пункту призначення.

Таким чином математична модель для визначення мінімального значення функції виглядатиме наступним чином (3.2):

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij} x_{ij}. \quad (3.2)$$

Задаємо умови для функції (3.3)-(3.5):

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j \quad (j = 1, \dots, m) \quad (3.3)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_j \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3.4)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n) \quad (3.5)$$

Умови (3.3) - (3.5) враховуються для забезпечення перевезення вантажів у необхідні обсяги в кожний пункт призначення (пункт зберігання/переробки), вивезення повного обсягу вантажів з пунктів відправлення (полів), а також виключення зворотних перевезень.

При цьому допустимим планом транспортного завдання є будь-яке невід'ємне рішення  $X_{ij} = \|x_{ij}\|$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ) систем (3.3) – (3.4).

План  $X_{ij} = \|x_{ij}\|$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ), при якому значення функції (3.2) приймає мінімальне значення, є оптимальним планом транспортної задачі.

Дані транспортної задачі заносяться до таблиці (таблиця 3.1).

Кількість змінних  $X_{ij}$  дорівнює  $mn$ , де  $m$  кількість пунктів відправлення (полів), а  $n$  – кількість пунктів призначення (пункти зберігання/переробки). При цьому число рівнянь (3.3) і (3.4) дорівнює сумі  $m$  і  $n$ . Число лінійно незалежних

рівнянь дорівнює  $m + n - 1$ . Тобто, опорний план має не більше  $m + n - 1$  невідомих відмінних від нуля.

Для вирішення транспортних завдань потрібно визначити опорний план.

Опорний план є таблицею аналогічною таблиці 1.

Таблиця 3.1 – Представлення даних транспортної задачі

Пункти відправлення	Пункти призначення					Об'єм зібраного врожаю
	$B_1$	...	$B_j$	...	$B_n$	
$A_1$	$S_{11}$ $X_{11}$	...	$S_{1j}$ $X_{1j}$	...	$S_{1n}$ $X_{1n}$	$a_1$
...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$S_{i1}$ $X_{i1}$	...	$S_{ij}$ $X_{ij}$	...	$S_{in}$ $X_{in}$	$a_i$
...	...	...	...	...	...	...
$A_m$	$S_{m1}$ $X_{m1}$	...	$S_{mj}$ $X_{mj}$	...	$S_{mn}$ $X_{mn}$	$a_m$
Потреба	$b_1$	...	$b_j$	...	$b_n$	

Для вдосконалення внутрішньогосподарських перевезень зерна пропонується використати метод мінімального елемента. При використанні даного методу вибір пунктів призначення та відправлення орієнтований на обсяги споживання палива автомобілем, тобто, необхідно вибрати такий шлях доставки вантажу, за якого буде витрачено найменшу кількість палива.

Аналізуючи вищевикладене та існуючі калькулятори паливних витрат, програма розрахунку паливних витрат під час перевезення зернових культур повинна включати до свого функціоналу такі інструментальні засоби:

1. Можливість додавання моделей транспортних засобів з можливістю обліку їх технічних характеристик;

2. Можливість завдання протяжності пробігу автомобіля з вантажем та без вантажу;
3. Можливість завдання рівня завантаження кузова [0,1];
4. Вибір виду зернових культур, що перевозяться;
5. Можливість вказівки кількості їздок (рейсів);
6. Можливість додавання моделей причепів/напівпричепів з урахуванням їх технічних характеристик;
7. Можливість задавати додаткові умови, що впливають на експлуатаційні норми споживання палива.

Ґрунтуючись на необхідній кількості інструментальних засобів, програма для розрахунку паливних витрат на внутрішньогосподарських перевезеннях має таку структуру (рисунок 3.2).

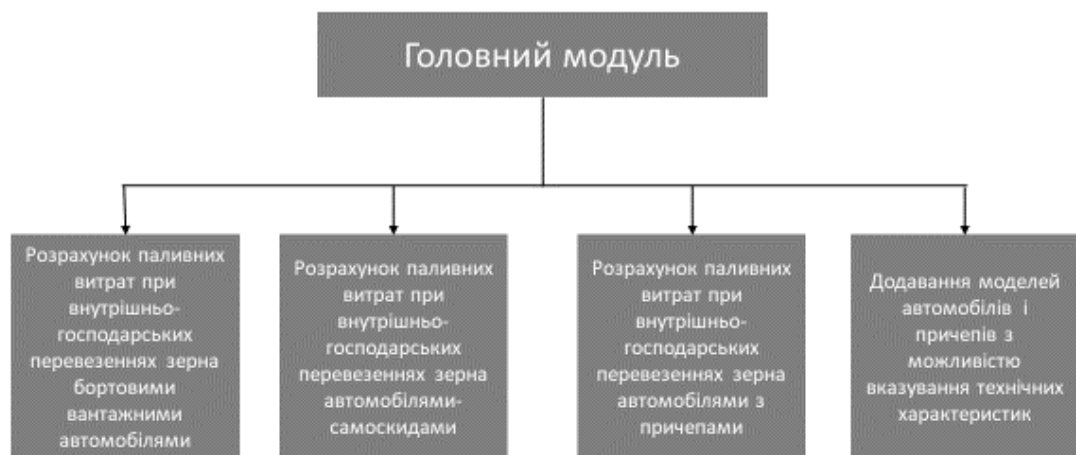


Рис. 3.2 – Схематичне представлення програми «Розрахунок паливних витрат при внутрішньогосподарських перевезеннях зерна кукурудзи».

Для написання програми було створено бази даних по зернових сільськогосподарських культурах, вантажних транспортних засобах та причепах, які подані у таблицях 3.2-3.4.

Таблиця 3.2 – Інформація по зернових сільськогосподарських культурах

№ п/п	Назва культури	Щільність, кг/м <sup>3</sup>
1	озима пшениця	780
2	яровий ячмінь	600
3	кукурудза (зерно)	725
4	овес	432
5	жито	720

У таблицях 3.3-3.4 представлені технічні характеристики вантажних автомобілів і причепів.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики транспортних засобів на внутрішньогосподарських перевезеннях зерна

№ п/п	Транспортний засіб	Споряджена маса, кг	Об'єм кузова, м <sup>3</sup>	Витрата палива, л/100 км, при 60 км/год
1	Автомобіль ГАЗ-3309	3680	5,0	14,5
2	Автомобіль ГАЗ-САЗ-4509	4450	5,0	15,4
3	Автомобіль ЗИЛ-ММЗ-45063	5500	6,0	26,0
4	Автомобіль КамАЗ-55102	8480	10,1	31,0
5	Автомобіль КамАЗ-65115	10550	10,0	26,0
6	Автомобіль КамАЗ-45143-6012-50	10700	15,2	26,0
7	Автомобіль КамАЗ-65222	14350	12,0	40,0
8	Автомобіль МАЗ-5516	13500	15,4	38,0
9	Автомобіль МАЗ-5551	7580	5,5	23,21

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики причепів

№ п/п	Назва	Споряджена маса, кг	Об'єм кузова, м <sup>3</sup>
1	Причіп самоскидний НЕФАЗ-8560-02	5260	15
2	Причіп самоскидний ТЗА-8551М4-10	5395	20

Інтерфейс розробленої програми на основі «Excel» представлений на рис. 3.3.

У програмі реалізовано можливість додавання до бази даних транспортних засобів та причепів, таким чином реалізована можливість застосування розробленого цифрового рішення на інших сільськогосподарських підприємств.

розглянуто експериментальні дослідження, проведені у ТОВ «Урожай» при наданні транспортних послуг сільськогосподарському підприємству ТОВ «Обрій».

проведений аналіз коректності розрахунків розробленої програми. Були зроблені виміри споживання палива автомобілями КАМАЗ-45143-6012-50 з причепом ТЗА-8551М4-10 та МАЗ-5516 з причепом ТЗА-8551М4-10 за кожну їзду з вантажем та без. Для вимірювання обсягу витрати палива автомобілями застосовувався диференціальний витратомір палива DFM 100DK (рис. 3.3).



Рис. 3.3 – Диференціальний витратомір палива DFM 100DK.

За результатами експериментальних заїздів проведено аналіз отриманих результатів. Зроблено наступний висновок: розрахункові значення, отримані з допомогою цифрового рішення у вигляді розробленої програми, відрізняються від реальних значень на 0,9 – 1,2%.

### **Висновки до розділу.**

Сільськогосподарським підприємствам рекомендується використовувати розроблене цифрове рішення у вигляді комп'ютерної програми з оптимізації маршруту перевезень.

У подальшій перспективі наукових досліджень необхідно продовжити роботу у напрямку вдосконалення внутрішньогосподарських перевезень на сільськогосподарських підприємствах у взаємозв'язку транспортних засобів та зернозбиральних комбайнів.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

В інженерній службі будь-якого господарства повинна бути передбачена посада інженера з техніки безпеки. До його обов'язків входить перевірки техніки безпеки на всіх виробничих ділянках, організація робіт з безпеки праці та ін. Спільно зі спеціалістами структурних підрозділів він розробляє комплексний план покращення умов охорони праці. У його віданні перебуває контроль заявок коштом індивідуального захисту, контроль над правильністю та своєчасністю видачі спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Інженер з техніки безпеки веде журнал травматизму, та кожен нещасний випадок розглядається з його безпосередньою участю.

В багатьох господарствах важливим недоліком випуску автомобілів на лінію є відсутність обладнаного посту по їх огляду. Огляд проводиться біля місць паркування транспорту. Найчастіше автомобілі виїжджають на лінію без огляду. У тракторів та тракторних причепів огляд проводиться рідко та як правило експлуатуються без звукової та світлової сигналізації. На механізмах та агрегатах відсутні засоби захисту та безпеки. Дещо краще йдуть справи з електроустановками та захистом від електричного струму. Багато механізмів мають різні види заземлень. До найбільш небезпечним ділянкам належить механізований тік. На багатьох ділянках не проводяться випробування підйомно-транспортного обладнання, недостатня кількість підставок, багато електропускатів та вимикачів знаходяться в аварійному стані.

Вантажно-розвантажувальні механізми мають несправну пускову систему, а також зупинну та аварійну. На гідрофікованих підйомниках немає обмежувачів підйому, а також обмежувальних ґрат.

Не всі виробничі приміщення відповідають санітарним та будівельних норм. Так у автомобільному гаражі відсутня система вентиляції, у тракторному гаражі вона перебуває у несправному стані. Норми вмісту CO<sub>2</sub> на початку та наприкінці зміни перевищують усі ГДК. На виробничих ділянках відсутні теплі

санвузли, або знаходяться в поганому санітарному стані. В душових та кімнатах відпочинку також відсутні роздягальні.

Усі працюючі повинні щорічно проходити профогляд у районній лікарні, де виявляються професійна приналежність для виконання певних робіт за станом здоров'я. Робітники пов'язані з отрутохімікатами проходять медогляд 2 рази на рік. Спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту такі робітники повинні забезпечуватися в повному обсязі.

Перед початком робіт працівники повинні пройти курс занять з техніки безпеки, виробничої санітарії та протипожежної охорони.

До роботи на машинах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, а також відповідну підготовку та мають посвідчення.

До обслуговування машин допускаються особи, які пройшли перед початком роботи інструктаж з техніки безпеки та протипожежної охорони.

Механізатори, які працюють на машинах чи обслуговують їх, повинні мати щеплення та способи надання першої медичної допомоги потерпілим.

Перед початком роботи обов'язково слід перевірити технічне стан машини, звернувши особливе значення на наявність та справність захисних засобів (огорож та пристроїв), а також наявність та справність інструменту, яким комплектуються машини, засобів протипожежного захисту, аптечки першої допомоги, систем сигналізації, ізоляції електропроводки та освітлення.

Не дозволяється працювати на машині без попередньої перевірки її справності.

Усі машини, що працюють на стаціонарі від електродвигунів, мають бути заземлені.

Не можна допускати до машин сторонніх осіб, передавати керування закріпленої за ними машини іншим особам.

Перед роботою перевіряють, щоб усі транспортні та автомобільні причепа мали справні гальма, стоп-сигнали та покажчики поворотів.

У тракторів збільшують ширину колії до 1600 мм, блокують гальмівні педалі, що повертають на швидкості не більше 5 км/год.

Кузов із надставними бортами можна розвантажувати лише назад.

Забороняється переїжджати залізничні переїзди при наближенні поїзда навіть при відкритому шлагбаумі, перебувати людям у кузовах транспортних засобів під час їх завантаження будь-чим, наприклад подрібненою масою, а також перевозити людей у причепах; ремонтувати та обслуговувати причепа при піднятій платформі без запобіжного упору, складати тракторний чи автомобільний поїзди із двох і більше причепів.

Особлива увага при організації території сінного складу необхідно звертати на протипожежні заходи. Усередині складу повинні бути встановлені бочки з водою, вогнегасники та інший інвентар.

Адміністрація підприємства не має права примушувати водія, а водій не має права виїжджати на автомобілі, якщо технічний стан автомобіля або причепа не відповідає технічним умовам і правилам техніки безпеки.

Адміністрація не має права направляти водія в рейс якщо він не мав до виїзду відпочинку, передбаченого законодавством.

Адміністрація підприємства зобов'язана перед виїздом познайомити водія з умовами роботи на лінії та видом вантажу, що перевозиться, а також забезпечити автомобіль необхідним устаткуванням і пристосуваннями для роботи.

Впровадження в умовах господарств запропонованих організаційних, протипожежних та інших заходів дозволить зменшити забруднення повітряного середовища, травматизм серед працюючих та покращити екологічний стан.

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Продуктивність транспортних засобів визначають у тонах (т) перевезеного вантажу або в тонно-кілометрах (т · км) транспортної роботи за одиницю часу. Для визначення наробітку зручніше користуватися технічною продуктивністю в тонно-кілометрах за годину (т · км/год):

$$W_{\text{Т·км}} = \frac{60 \cdot W_{\text{Т·км}}^{\text{р}}}{t_{\text{р}}}, \quad (5.1)$$

де  $W_{\text{Т·км}}^{\text{р}}$  – продуктивність автомобіля за рейс, т · км;  $t_{\text{р}}$  – тривалість рейсу, хв.

Продуктивність за рейс становить:

$$W_{\text{Т·км}}^{\text{р}} = q_{\text{Т}} \cdot l_{\text{В}}; \text{Т} \cdot \text{км}, \quad (5.2)$$

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02**:

$$W_{\text{Т·км}}^{\text{р}} = (11,5 + 10,0) \cdot 14 = 301 \text{ Т} \cdot \text{км},$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**:

$$W_{\text{Т·км}}^{\text{р}} = (20 + 10,6) \cdot 14 = 428,4 \text{ Т} \cdot \text{км},$$

Тривалість рейсу:

$$t_{\text{р}} = \frac{62,5 \cdot l_{\text{В}}}{V_{\text{рнп}} \cdot \beta_{\text{а}}} + \frac{t_{\text{нр}} \cdot q_{\text{на}}}{\gamma_{\text{са}} + t_{\text{за}}}, \text{хв} \quad (5.3)$$

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02**:

$$t_{\text{р}} = \frac{62,5 \cdot 14}{30 \cdot 0,5} + \frac{19,6 \cdot 21,5}{0,725 + 4,5} = 139 \text{ хв}$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**:

$$t_{\text{р}} = \frac{62,5 \cdot 14}{30 \cdot 0,5} + \frac{27,8 \cdot 30,6}{0,725 + 4,5} = 221 \text{ хв}$$

а кількість рейсів впродовж зміни:

$$n_{\text{р}} = \frac{60 \cdot 7}{139} = 3$$

$$n_{\text{р}} = \frac{60 \cdot 7}{221} = 2$$

Визначаємо технічну годинну продуктивність:

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02**:

$$W_{\text{Т·км}} = \frac{60 \cdot 301}{139} = 130 \text{ Т·км/год.}$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**:

$$W_{\text{Т·км}} = \frac{60 \cdot 428,4}{221} = 116 \text{ Т·км/год.}$$

продуктивність за зміну в Т·км:

$$W_{\text{Т·км}}^{\text{ЗМ}} = 301 \cdot 7 = 2107 \text{ Т·км}$$

$$W_{\text{Т·км}}^{\text{ЗМ}} = 428,4 \cdot 7 = 2999 \text{ Т·км}$$

змінну продуктивність в Т:

$$W_{\text{Т}}^{\text{ЗМ}} = 21,5 \cdot 0,725 \cdot 3 = 46,76 \text{ Т.}$$

$$W_{\text{Т}}^{\text{ЗМ}} = 30,6 \cdot 0,725 \cdot 2 = 44,37 \text{ Т.}$$

Затрати праці на перевезення 1 т зерна за формулою:

$$z_{\text{пт}} = \frac{t_p (m_{\text{вод}} + m_{\text{доп}})}{(60 V_{\text{ка}} \rho_{\text{в}} \psi)}, \quad (5.4)$$

де  $m_{\text{вод}}$ ,  $m_{\text{доп}}$  – кількість водіїв і допоміжних працівників, які обслуговують транспортний агрегат.

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02**:

$$z_{\text{пт}} = \frac{139 \cdot 1}{(60 \cdot 21,895)} = 0,11 \text{ люд – год./т}$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**:

$$z_{\text{пт}} = \frac{221 \cdot 1}{(60 \cdot 23,562)} = 0,16 \text{ люд – год./т}$$

а в розрахунку на 1 Т·км транспортної роботи:

$$z_{\text{п.Т·км}} = 0,11 \cdot 130 = 14,3 \text{ люд-год/Т·км.}$$

$$z_{\text{п.Т·км}} = 0,16 \cdot 116 = 18,56 \text{ люд-год/Т·км.}$$

Витрата палива за зміну за формулою дорівнює:

$$G_{\text{пзм}} = 0,1 \left[ g_{\text{км}} \frac{l_{\text{в}} \cdot n_{\text{р}}}{\beta_{\text{а}} + 2 \cdot l_{\text{гн}}} + g_{\text{Т·км}} \cdot n_{\text{р}} \cdot W_{\text{Т·км}}^{\text{р}} \right] + 0,25 \cdot n_{\text{р}}, \quad (5.5)$$

де  $g_{\text{км}}$ ,  $g_{\text{Т·км}}$  – норма витрати палива відповідно на 100 км пробігу для певних дорожніх умов і 100 Т·км транспортної роботи, л;  $l_{\text{в}}$ ,  $l_{\text{гн}}$  – відстань відповідно перевезення вантажу і від гаража до місця навантаження, км;  $\beta_{\text{а}}$  – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;  $n_{\text{р}}$  – кількість рейсів автомобіля, виконуваних

впродовж зміни;  $W_{ткм}^p$  – продуктивність автомобіля за рейс, т·км; 0,25 – додаткова витрата палива автомобілями-самоскидами і автопоїздами із самоскидними кузовами в пунктах розвантажування на кожну поїздку з вантажем, л.

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02:**

$$G_{пз\text{м}} = 0,1 \left[ 26 \cdot \frac{14 \cdot 3}{0,5 + 2 \cdot 5} + 1,3 \cdot 3 \cdot 301 \right] + 0,25 \cdot 3 = 128,5 \text{ л}$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10:**

$$G_{пз\text{м}} = 0,1 \left[ 38 \cdot \frac{14 \cdot 2}{0,5 + 2 \cdot 5} + 1,3 \cdot 2 \cdot 428,4 \right] + 0,25 \cdot 2 = 122 \text{ л}$$

з розрахунку на 1 т·км:

для автопотяга **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02:**

$$g_{т\cdot\text{км}}^H = \frac{128,5}{2107} = 0,06 \text{ л/т} \cdot \text{км}$$

для автопотяга **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10:**

$$g_{т\cdot\text{км}}^H = \frac{122}{2999} = 0,04 \text{ л/т} \cdot \text{км}$$

з розрахунку на 1 т перевезеного зерна за формулою:

$$g_T^H = \frac{G_{пз\text{м}}}{W_T^{з\text{м}}}, \quad (5.6)$$

де  $W_m^{з\text{м}}$  – змінна продуктивність автомобіля відповідно в т перевезеного вантажу.

$$g_T^H = \frac{128,5}{46,76} = 2,75 \text{ л/т}$$

$$g_T^H = \frac{122}{44,37} = 2,75 \text{ л/т}$$

### Висновки до розділу

Згідно проведених розрахунків двох варіантів транспортування зерна кукурудзи з поля сільськогосподарського підприємства на тік перевагу має автопотяг **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**. Він може за один рейс перевезти 22,18 т зерна і при цьому має більшу продуктивність за рейс. При відносно невеликій різниці у витратах палива на 1 т·км виконаної роботи (0,04

проти 0,06 л/т·км) обидва автопотяги мають однакові витрати палива на 1 т перевезеного зерна кукурудзи (2,75 л/т). Однак за зміну автопотяг **КАМАЗ-45143-6012-50** з причепом **НЕФАЗ-8560-02** здійснює 3 повноцінних рейси, а автопотяг **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10** тільки два.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз робіт з дослідження внутрішньогосподарських перевезень зерна показав, що під час проведення збиральної кампанії транспортні перевезення характеризуються великими обсягами перевезень у найкоротші терміни.

2. В результаті аналізу основних витрат на обробіток зернових культур було виявлено, що транспортні витрати становлять від 30 до 50% всіх витрат на обробіток, причому на паливні витрати припадає 30...40% всіх витрат за організацію транспортних процесів.

3. Об'єм споживаного палива автомобілем більшою мірою залежить від технічного стану його двигуна та умов експлуатації. В результаті аналізу були виявлені такі фактори, що впливають на значення споживання палива автомобілем: маса вантажу, що перевозиться, термін експлуатації транспортного засобу, експлуатація транспортного засобу після проведення капітального ремонту двигуна та у складних дорожніх умовах (коліїність, рух по полю/пересіченій місцевості та інші).

4. При випробувальних заїздах щодо визначення впливу виявлених факторів було встановлено, що при експлуатації автомобіля більше 8 років (або 150 тис. км пробігу) витрата палива автомобілем збільшується приблизно на 10%; рівень споживання палива автомобілем, якому зроблено капітальний ремонт двигуна, збільшується в середньому на 9,65%; при русі автомобіля по ґрунтових дорогах споживання палива збільшується на 30%.

5. Згідно проведених розрахунків двох варіантів транспортування зерна кукурудзи з поля сільськогосподарського підприємства на тік перевагу має автопотяг **МАЗ-5516** з причепом **ТЗА-8551М4-10**. Він може за один рейс перевезти 22,18 т зерна і при цьому має більшу продуктивність за рейс. При відносно невеликій різниці у витратах палива на 1 т·км виконаної роботи (0,04 проти 0,06 л/т·км) обидва автопотяги мають однакові витрати палива на 1 т перевезеного зерна кукурудзи (2,75 л/т).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фришев С. Г. Організація перевезення зерна під час збирання / С. Г. Фришев // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2017. - Вип. 262. - С. 245-255.
2. Сучасна техніка для перевезення зерна в господарствах та автомагістралями/ С.Г. Фришев // Пропозиція. - 2016. - № 12. – С. 170-173
3. Кашканов А. А., Буряк В. В. (2024). Проблемні питання організаційно-технічного розвитку перевезень зернових культур автомобільним транспортом в Україні / А.А. Кашканов, В.В. Буряк // СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ. №1 (22), 2024 р. – с. 163-169.
4. Ткачов В. Дороги, рейки, річка. Що відбувається із зерновою логістикою України. Веб-сайт. [URL:https://biz.nv.ua/ukr/experts/dorogi-relysy-reka-cho-proishodilo-s-zernovoy-logistikoy-ukrainy-50050423.html](https://biz.nv.ua/ukr/experts/dorogi-relysy-reka-cho-proishodilo-s-zernovoy-logistikoy-ukrainy-50050423.html).
5. Наумов М. С., Рибак Г. І. (2023). Основні проблеми експорту зернових культур в умовах воєнного стану. Економіка та суспільство. Вип. 52. 1-6. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-80..>
6. Міжнародна логістика. (2022). Електронний підручник за науковою редакцією професора Сохацької О. М. Тернопіль: ЗУНУ. 370 с.
7. Організація та логістика перевезень: підручник. (2021). [М. С. Ізтелеуова, І. В. Грицук, П. М. Арімбекова, Л. А. Тарандушка]. Херсон : Олді-плюс. 264 с.
8. Бережна Н.Г., Біляєва О.С., Войтов В.А., Горяїнов О.М., Карнаух М.В., Кравцов А.Г., Кутья О.В., Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю. (2019). Проблеми транспортно-логістичного забезпечення в аграрній галузі. Монографія. Харків: Міськдрук. 180 с.
9. Стельмащук А. М., Смоленюк Р. П., Чайківський І. А. (2015). Транспортно-логістична система підприємств сільських територій. Науково-

інформаційний вісник Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького, 11. С. 203-215.

10. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. (2020). Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 104 с.

11. Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. (2022). Академія технічних наук України. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. Т1, Т2. 433с.

12. Кашканов А. А., Буряк В.В., Москалюк М.Л. (2023). Аспекти логістичного забезпечення виробничих процесів підприємств автомобільного транспорту України. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ. С. 154-156.

13. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

14. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. (2017). Організація автомобільних перевезень. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ. 139 с.

15. <https://propozitsiya.com/ua/oglyad-rinku-zernovoziv>

16. Тихоненко О. Транспортування зібраного зерна / О. Тихоненко // Механізація АПК. № 8, 2010 р. – с. 10-16.

17. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

# ДОДАТКИ