

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
**«ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ
ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ПІД ЧАС
ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР»**

Виконав:

Здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми
навчання

ФЕРУК Андрій Володимирович

Керівник:

канд. техн. наук, старший науковий співробітник
ГОВОРОВ Олександр Федорович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____ Шкала ECTS _____
« ____ » _____ 2025 р

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2025 р

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»,
кандидат технічних наук,
доцент _____

ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович

м. Кам'янець-Подільський, 2025

ЗМІСТ

Стор.

ЗАВДАННЯ	4
АНОТАЦІЯ	5
РЕФЕРАТ	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	10
1.1. Сучасний стан і перспективи виробництва зернових культур	10
1.2. Аналіз технологій збирання зернових культур.....	16
1.3. Організація перевезення сільськогосподарських вантажів	22
1.4. Технічне забезпечення перевезень зернових культур автомобільним транспортom	25
2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНО- ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	28
2.1. Вплив рівня вологості зерна на продуктивність збирально- транспортного комплексу	28
2.2. Методика розрахунку кількості збирально-транспортних машин при збиранні зернових культур	31
2.3. Вплив добової продуктивності комбайнів на продуктивність автомобілів.....	32
2.4. Методика розрахунку витрат транспортних засобів і зернозбиральних машин	36
2.5. Методика розрахунку продуктивності збирально-транспортної ланки.....	38
3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	45
3.1. Методика розрахунку оптимальної кількості транспортних засобів з	

урахуванням коефіцієнта вологості	45
3.2. Розробка математичної моделі транспортних процесів при збиранні зернових.....	51
4. БЕЗПЕКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНА І РОБІТ НА ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	56
4.1. Безпека перевезення зерна	56
4.2. Охорона праці на автомобільному транспорті	61
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	64
5.1 Собівартість транспортно-технологічного процесу із застосуванням бункерів перевантажувачів.....	64
5.2 Розрахунок собівартості прямих перевезень зерна.....	67
5.3 Розрахунок економічної ефективності.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
ДОДАТКИ.....	78

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів
Освітній ступінь „магістр”
Спеціальність 208 „Агроінженерія”

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри,
професор _____ Віктор ДУГАНЕЦЬ
(підпис)
„04” квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

Здобувачу **ФЕРУКУ Андрію Володимировичу**

1. Тема роботи: «Обґрунтування оптимальної кількості збирально-транспортних машин під час збирання зернових культур»

2. Керівник роботи канд. техн. наук, старший науковий співробітник
ГОВОРОВ Олександр Федорович

Затверджено наказом Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» від «04» квітня 2025 року №355с

Термін подання закінченої роботи „20” 11 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Науково-технічна література по темі роботи.
2. Матеріали переддипломної практики
3. Результати досліджень та випробувань.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

ВСТУП

1. АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ
 3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
 4. БЕЗПЕКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНА І РОБІТ НА ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ
 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
- ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Тема роботи
2. Мета об'єкт і задачі досліджень
3. Урожайність і валовий збір зернових культур
4. Структура посівних площ зернових культур
5. Наявність зернозбиральних машин
6. Збирання зернових культур з використанням бункерів-перевантажувачів
7. Схема прямих перевезень зерна
8. Зміна пропускної здатності комбайна в залежності від вологості зерна
9. Зміна вологості зерна протягом доби
10. Продуктивність зернозбирального і транспортного комплексу протягом доби
11. Оптимальна продуктивність збирально-транспортної ланки
12. Частка простоїв транспортних засобів
13. Витрати на простої транспортних засобів
14. Загальні висновки та пропозиції
15. Дякую за увагу

Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Консультант з нормоконтролю	ПУКАС В.Л., доцент	04.04.2025	04.04.2025

Дата видачі завдання „ 04 ” квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділів дипломної роботи	Термін виконання розділів роботи		Підпис керівника
		планово	фактично	
	Вступ	20.04.2025	20.04.25	
1	Аналіз передумов виробництва і перевезення зернових культур	12.05.2025	12.05.2025	
2	Теоретичні основи продуктивності зернозбирально-транспортного комплексу	7.06.2025	7.06.2025	
3	Методика розрахунку основних технологічних параметрів	11.07.2025	11.07.2025	
4	Безпека перевезень зерна і робіт на транспортних підприємствах	2.09.2025	2.09.2025	
5	Економічна ефективність збирально-транспортних комплексів при збиранні зернових культур	23.09.2025	23.09.2025	
	Загальні висновки та пропозиції	7.10.2025	7.10.2025	
	Список використаних джерел	18.10.2025	18.10.2025	
	Додаток	20.11.2025	20.11.2025	

Здобувач

Андрій ФЕРУК

(підпис)

Керівник

Олександр ГОВОРОВ

(підпис)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі представлений аналіз стану виробництва і перевезення зернових культур. Після аналізу виробничих процесів були виявлені недоліки. А саме, час простою транспорту в очікуванні навантаження. Причиною даної проблеми є неузгодженість процесу роботи збирально- транспортної ланки.

Основним завданням даної роботи є розробка рекомендацій щодо оптимізації кількості транспортних засобів для перевезення зернових культур в процесі збирання від поля до зернового елеватора.

Розроблені заходи з техніки безпеки при проведенні польових робіт, проведено розрахунок економічної ефективності використання техніки за різними схемами.

SUMMARY

The qualification work presents an analysis of the state of production and transportation of grain crops. After the analysis of production processes, deficiencies were found. Namely, the idle time of the transport waiting for the load. The reason for this problem is the inconsistency of the work process of the collection and transport link.

The main task of this work is to develop recommendations for optimizing the number of vehicles for the transportation of cereals in the process of harvesting from the field to the grain elevator.

Developed safety measures for field work, calculated the economic efficiency of the use of equipment under different schemes.

РЕФЕРАТ

ФЕРУК Андрій Володимирович. Обґрунтування оптимальної кількості збирально-транспортних машин під час збирання зернових культур / кваліфікаційна робота.-Кам'янець-Подільський, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2025р.

Складається з пояснювальної записки 78 сторінок машинописного тексту, слайдів ілюстраційного матеріалу 15 бібліографічного списку 32 найменувань.

У кваліфікаційній роботі представлений аналіз стану виробництва і перевезення зернових культур. Після аналізу виробничих процесів були виявлені недоліки. А саме, час простою транспорту в очікуванні навантаження. Причиною даної проблеми є неузгодженість процесу роботи збирально- транспортної ланки.

Основним завданням даної роботи є розробка рекомендацій щодо оптимізації кількості транспортних засобів для перевезення зернових культур в процесі збирання від поля до зернового елеватора.

Як рішення пропонується використання поправочного коефіцієнта при розрахунку продуктивності зернозбиральної техніки. Аналіз показав, що існуючі офіційні дані не включають вплив кліматичних факторів, які змінюють різні показники в різний час роботи.

Економічний ефект був досягнутий за рахунок різниці витрат на транспортно технологічні процеси, з урахуванням зміни добових показників, в рамках існуючих методик.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АГРАРНЕ ВИРОБНИЦТВО, ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ, ПРИЧЕП-ПЕРЕВАНТАЖУВАЧ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Скорочення	Розшифровка скорочень
КР	кваліфікаційна робота
ОС	освітній ступінь
ТЗ	транспортний засіб
ТЕП	техніко-економічні показники
АПК	агропромисловий комплекс
КВЛ	коефіцієнт вологості
ЕОМ	електронна обчислювальна машина
АТК	автотransпортна колона
ТЛ	транспортна ланка
ЗТК	збирально-транспортний комплекс
БП	бункер-перевантажувач
МТП	машино-тракторний парк

ВСТУП

Автомобільний транспорт в Україні представляє собою гнучкий і масовий вид транспорту. У нього є ряд важливих відмінностей від інших суміжних галузей. Так, основна частка автомобільного парку країни експлуатується в організаціях не спеціалізованих під транспорт. При всьому цьому мережа автомобільних доріг поряд з парком комерційних авто використовується також автомобілями, що знаходяться в особистому користуванні громадян. Тому, актуальні проблеми розвитку автомобільного транспорту несуть комплексний характер.

Щодня автомобільним транспортом перевозиться близько 17 млн. тон вантажів. В автомобільному транспорті сконцентровано понад 97% всіх ліцензованих суб'єктів транспортної діяльності. У сфері комерційних і некомерційних автомобільних вантажоперевезень зараз зайнято порядком півмільйона господарюючих суб'єктів. Їх діяльність проводиться в умовах досить високої внутрішньогалузевої і міжвидової конкуренції.

Попит на вантажні перевезення багато в чому визначається двома факторами: динамікою і структурою обсягів виробництва в країні, а також платоспроможністю компаній і організацій всіх видів галузей економіки. Вантажні перевезення - це один з найбільш «ринкових» секторів економіки. Український досвід підтверджує закономірність, згідно з якою зростання ринкової економіки супроводжується, і в певній мірі обумовлюється, випереджаючим розвитком автотранспорту.

У використанні вантажних автомобілів в сільськогосподарському виробництві є серйозні недоліки, багато з яких пов'язані з втратами матеріальних і фінансових ресурсів на утримання і експлуатацію автотранспортних засобів. Зважаючи на це більшість сільськогосподарських підприємств відмовляються від власного автопарку, і переходять до використання найманого транспорту.

Підприємств, що займаються вирощуванням зернових культур, мають свій парк техніки для вирощування і збирання врожаю, і при цьому використовують найманий транспорт для перевезення зернових від комбайнів до елеваторів. Зважаючи на цей фактор - необхідний розрахунок кількості одиниць

обслуговуючого транспорту, з метою зменшення витрат на непродуктивні простої.

Існуюча методика розрахунку враховує середні значення факторів, які впливають на продуктивність зернозбиральних машин. Наприклад, швидкість обмолоту зернозбиральних машин безпосередньо залежить від вологості врожаю, яка має властивість змінюватися як протягом доби, так і протягом періоду збирання. І чим більший об'єм робіт, і більше кількість техніки - тим більший вплив даного критерію. До того ж існуючі розрахунки повністю виключають простої зернозбиральних машин. Пов'язано це з високою вартістю зернових культур, відповідно простої комбайна - також мають високу собівартість.

У зв'язку з цим, введення змінюваного, протягом доби, коефіцієнта вологості зерна в формулу розрахунку кількості обслуговуючого транспорту дозволяє більш точно визначати залежність взаємообумовлених простоїв.

Метою дослідження є підвищення продуктивності транспортних засобів під час збирання зернових, за рахунок зниження непродуктивних простоїв.

Об'єктом дослідження є процес транспортування зерна від комбайнів до зернових складів.

Предметом дослідження є математична модель розрахунку взаємообумовлених простоїв транспортних засобів і зернозбиральної техніки.

Методика досліджень. В ході теоретичних досліджень були використані методи системного математичного та економічного аналізу.

Результати експериментальних даних оброблялися відповідно до загальноприйнятих методик планування експерименту з використанням програмних продуктів MathCAD і Microsoft Excel.

1. АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Сучасний стан і перспективи виробництва зернових культур

Україна традиційно є країною з розвиненим аграрним сектором. При цьому в останні роки значення галузі сільськогосподарського виробництва збільшується.

Для аналізу виробничих посівних площ в Україні необхідно враховувати кліматичні зони держави. Залежно від кліматичної зони змінюються терміни посіву, дозрівання і збирання врожаю. Крім кліматичних зон, одним з факторів, які необхідно враховувати при збиранні зернових культур є врожайність. Врожайність, в свою чергу залежить від погодних умов таблиця 1.1.

Таблиця 1.1.

Характеристика кліматичних зон України.

Назва зони	Температури, °С			Кількість опадів, мм	Загальна кількість днів з опалами	Середня вологість повітря	Тривалість снігового покриву
	Середньорічна	Мінімальна	Максимальна				
1. Полісся	5,5-7,0°С	-32-35°С	+35-36°С	500-600	170-190	30-60%	100-110 днів
2. Лісостеп	+11-14°С	-31°С	+35-38°С	500-700	150-170	30-60%	90-100 днів
3. Степ	+12-15°С	-30°С	+40°С	250-300	120-150	Часті суховії	70-90 днів
4. Карпати	+14-15°С	-26°С	+31°С	800-900	180-200	60-75%	60-70 днів

При аналізі території України можна сказати, що переважає помірно континентальний клімат, що безпосередньо впливає на врожайність зерна.

Помірно континентальний клімат характеризується жарким літом і стійко холодною зимою з невеликою кількістю снігу.

Виробництво зерна - провідна галузь сільського господарства. На рисунку 1.1, відображена нестабільність зборів врожаю зернових по роках. За останні роки валовий збір становив від 24,5 до 63,9 млн.т. Не вдаючись в політичні [7, 35], економічні [8] і природні причини такого факту, відзначимо, що в будь-якому випадку ці коливання врожаю супроводжуються певними виробничими витратами, напруженістю в організації збиральних робіт, на які треба вміти оперативно реагувати. При великій варіації врожаїв ускладнюється вибір оптимальних рішень по комплектуванню машинно-тракторного парку (МТП)

господарств, в тому числі і збиральною технікою.

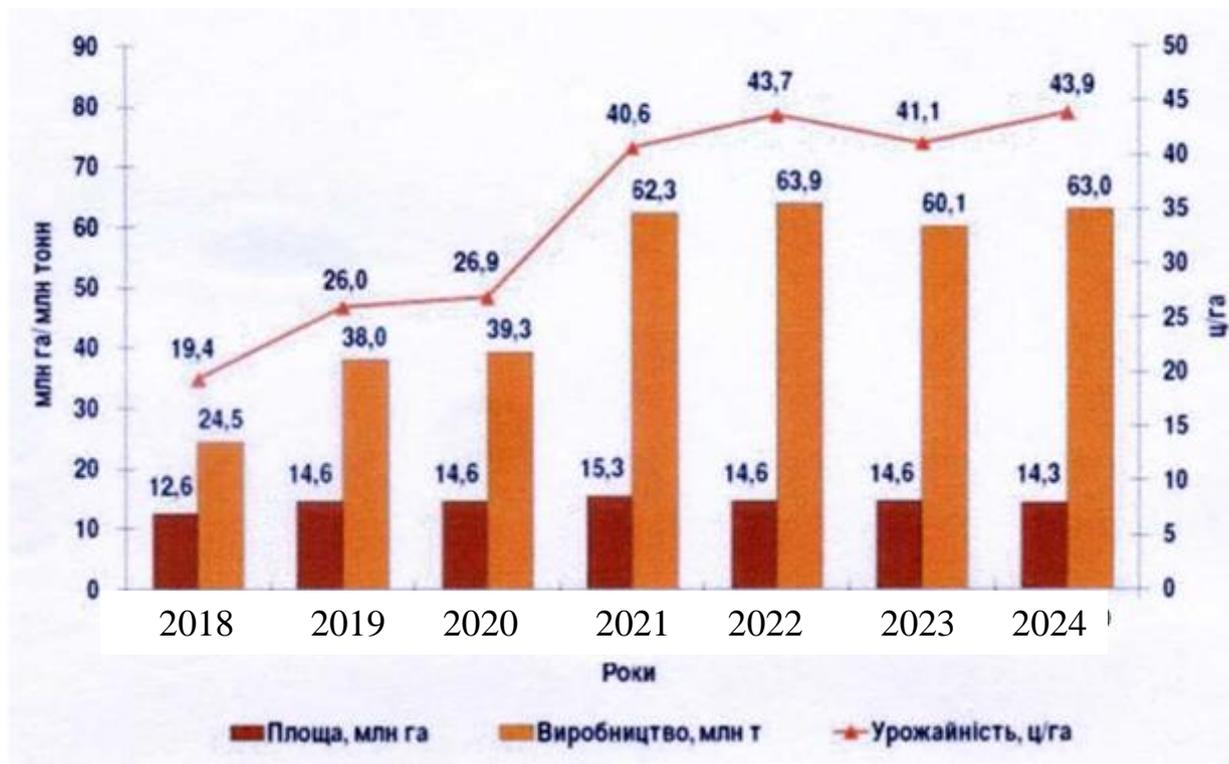


Рис. 1.1 - Врожайність зернових культур в Україні

Ця проблема ще більш ускладнюється в зв'язку із значною диференціацією господарств за рівнем виробництва товарного зерна, розмірами посівних площ, формам власності на основні засоби виробництва, фінансової спроможності.

Найважливішу відмінність кліматичних умов, необхідно брати до уваги при здійсненні збирання зернових культур це коефіцієнт вологості на території. При більшій вологості території зернових посівних площ спостерігається велика врожайність, але при надмірній вологості зерно пошкоджується, кількість зібраного врожаю відповідно знижується, збільшується засміченість зерна.

На рисунку 1.1 представлена діаграма врожайності зернових культур та статистика посівних площ на території України за останні сім років. Урожайність зернових культур не стабільна, має стрибкоподібний характер, пов'язано це зі зміною багатьох чинників. Температура навколишнього середовища під час вирощування зернових культур, якість посівного матеріалу і т.д.

В Україні є велика кількість посівних площ, відповідно щороку на збирання зернових культур задіяно величезну кількість автомобільного транспорту, а так само спеціалізованої техніки [21].

В структурі посівних площ України на зернові приходиться близько 75%. Валовий збір забезпечує на 60-80% власне виробництво. При цьому більше 60% зерна переробляється на харчові та кормові цілі [2].

На рисунку 1.2 представлена структура посівних площ України. У структурі посівних площ найбільшу частку займає обробіток пшениці – 23,6% від усіх площ.

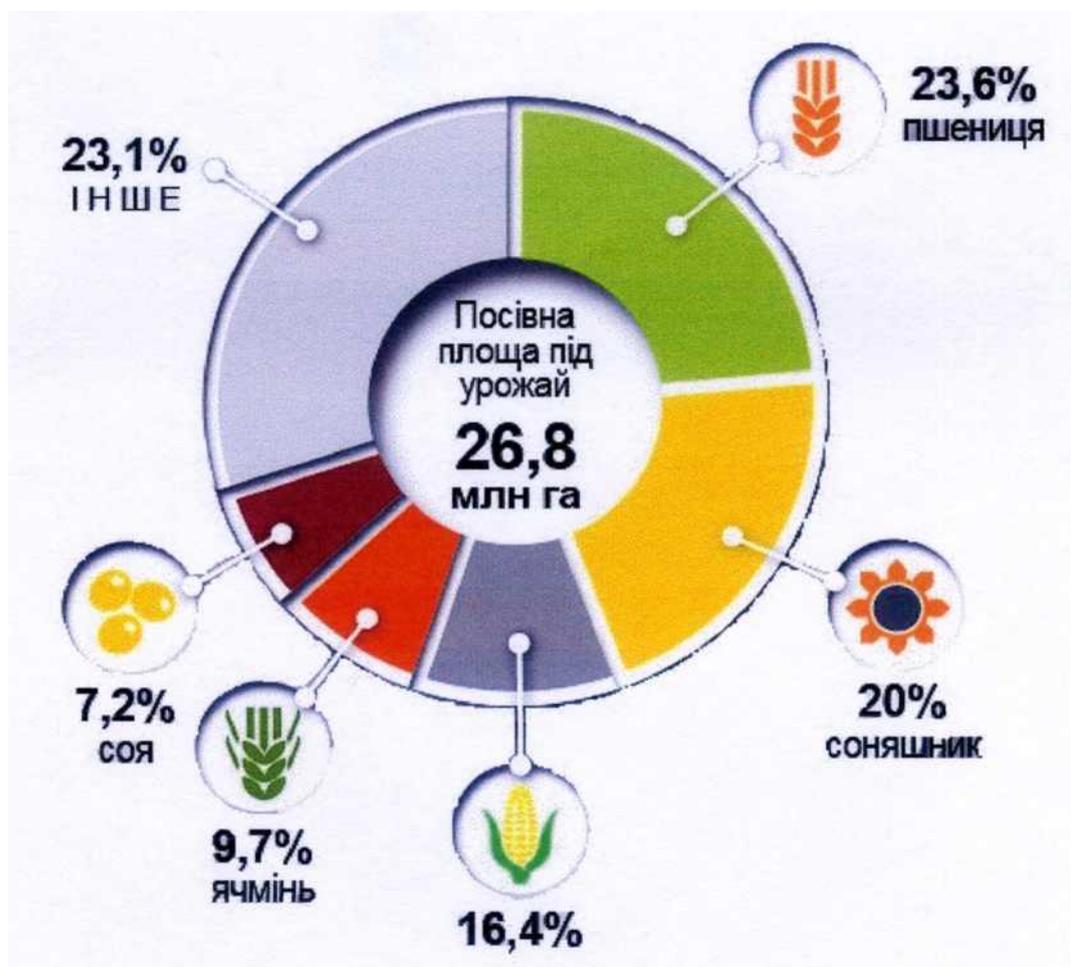


Рис. 1.2 - Структура посівних площ

Тривалість збиральних робіт в господарствах України в більшості випадків перевищує допустимі агротехнічні терміни. Середній добовий темп збирання зерна не перевищує 3% від загального обсягу, в зв'язку з цим збирання врожаю триває 30-40 діб, замість допустимих 15-20 діб. В результаті низьких темпів не дотримуються агротехнічні терміни, внаслідок чого прямі втрати біологічного врожаю досягають 20-30% [2].

Одним з головних чинників, що негативно впливають на розвиток сільського господарства в Україні - це недолік технічного забезпечення. Так, наведений аналіз чисельності парку зернозбиральних машин в Україні, відображений на рисунку 1.3, свідчить про істотне скорочення комбайнового парку.

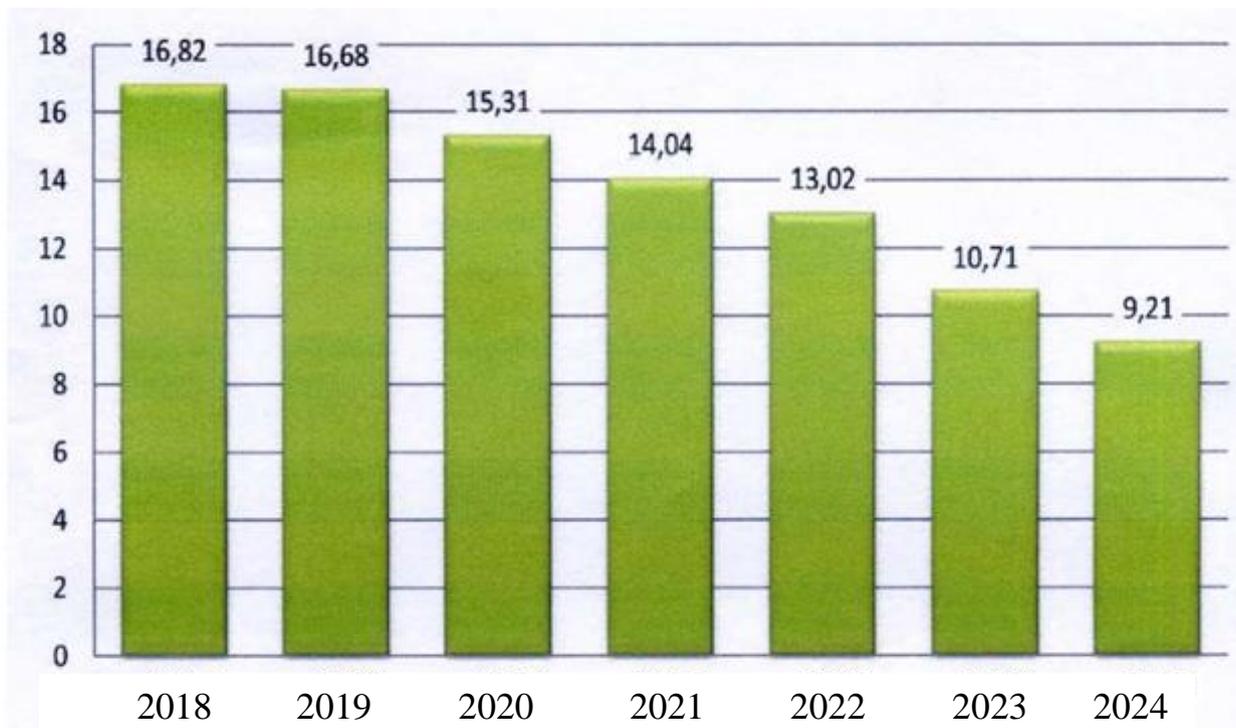


Рис. 1.3 - Наявність зернозбиральних машин

На сьогоднішній день на полях для збирання зернових культур використовують, в основному колісні комбайни. Вони мають ряд переваг: малу власну масу, просте в обслуговуванні пристрій двигуна, високу маневреність. Так само ще одним дуже важливим показником при виборі спеціалізованого транспорту є його продуктивність, чим вона вища, тим швидше завершиться процес збирання врожаю зернових культур, всі зернозбиральні комбайни діляться на 7 класів, що представлено на рисунку 1.4.

Комбайни першого класу мають продуктивність 3 кг зерна в секунду, тоді як комбайни другого класу здійснюють прибирання зерна, з продуктивністю 5-6 кг/сек., Комбайни третього класу обмолочують зерно з швидкістю 6-7 кг/сек. Четвертий клас комбайнів має пропускну здатність 7-8 кг/сек і т.д [2].

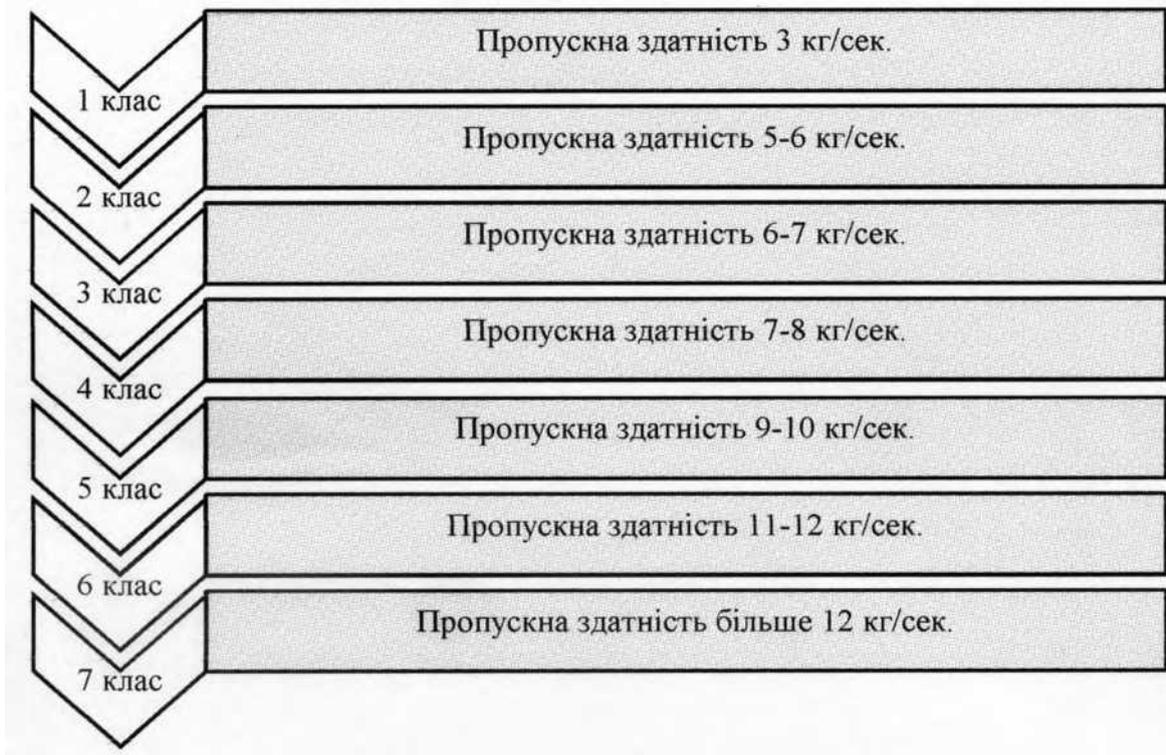


Рис. 1.4 - Класи зернозбиральних комбайнів

При цьому коефіцієнт оновлення обладнання, який представляє собою виражене у відсотках відношення придбаної нової техніки до її сумарної наявності на кінець звітного року, за більшістю позицій не перевищує в Україні 4% в рік. Такі темпи оновлення техніки в принципі не можуть заповнити вибуваючий через знос і старіння парк сільськогосподарських машин. Причиною даного скорочення є те, що сільськогосподарські товаровиробники через низьку ефективність виробничих умов не мають можливості постійно оновлювати парк зернозбиральних комбайнів, що веде до інтенсивного зносу техніки, що знаходиться на балансі організації.

Розвиток виробництва в сільському господарстві неможливо реалізувати без ефективно працюючого ринку сільськогосподарської продукції. Ринок реалізації зерна має специфічні особливості, пов'язані з якісними властивостями зерна. Здатність тривалий час зберігати зерно, без втрати його фізичних властивостей, дозволяє сільгоспвиробникам реалізовувати наявні обсяги продукції з часом. Підвищуючи рівень інтенсифікації в сільськогосподарському виробництві, виробники створюють потенційні умови зростання для виробництва та ефективності їх діяльності [3].

Даний фактор дає можливість створити виробниче зростання завдяки якісному вдосконаленню факторів виробництва - трудових ресурсів, технологій і засобів виробництва.

Аналіз робіт [28, 29, 34, 41,], дозволив виявити цілком певні особливості функціонування господарств в сучасних умовах реформування АПК України. Освіта господарств з різною формою власності на засоби виробництва, що зумовило появу різних форм технічного забезпечення господарств: можна бути власником техніки і її користувачем; власником техніки, але техніку здавати в оренду; можна бути користувачем техніки, але не власником її і т.п. При будь-якому варіанті необхідно індивідуальне рішення проблеми оптимізації парку застосовуваних машин за критеріями «ціна техніки - якість роботи» або «ціна - продуктивність - собівартість».

Розширення господарств за масштабами виробництва с.г. продукції, в тому числі, і зерна. Це обумовлює рішення задачі оптимізації структури парку, продуктивності машин і втрат зерна в функції обсягів виробництва с.г. продукції конкретно для кожного господарства. Розширення господарств за рівнем фінансової спроможності призвело до великої різноманітності структури їх машино тракторного парку (МТП), в якому може бути техніка різних років випуску, різних моделей і різних фірм - виробників.

Ця обставина висуває проблему вишукування способів оптимального машиновикористання для кожної групи господарств з певним рівнем фінансової забезпеченості і товарності продукції.

Поява концепції виробництва продукції в господарствах по замкнутому циклу за схемою: виробництво продукції, її переробка та реалізація продуктів переробки врожаю. Зокрема, зерно стає стратегічним товаром. Воно в господарствах має вирощуватися, збиратися, перероблятися на продовольче, посівне, фуражне, а також зберігатися і реалізовуватися в різних варіантах переробки в найбільш вигідний період. Така концепція висуває особливі вимоги до всього технічного забезпечення господарств та особливо до збирально-транспортної техніки та обладнання з переробки продуктів врожаю зерна.

Слабка державна підтримка сільського господарства України обумовлює необхідність інтенсивного розвитку інженерно-технічної служби господарств з комплексним вирішенням питань маркетингу, вибору і придбання потрібної техніки, її техобслуговування і ремонту, оперативного управління всіма аспектами машиновикористання і результатами виробничої діяльності господарства, перераховані особливості функціонування сучасних господарств зумовлюють різні напрямки технічної політики в АПК України і актуальність першочергових задач по їх реалізації. Рішення багатьох із зазначених проблем можливо з допомогою моделювання технологічного процесу виробництва с.г. продукції.

1.2. Аналіз технологій збирання зернових культур

Високопродуктивна робота зернозбиральних комбайнів можлива за умови своєчасного вивантаження зерна з бункерів та транспортування до місця зберігання. Перехід від одиночної роботи комбайнів до групової дозволив значно підвищити ефективність використання транспортних засобів. Для вивезення зерна з поля, в основному, застосовувалися автомобілі ГАЗ-53 та ЗІЛ-130 вантажопідйомністю 4-5 т. [1]. Продуктивність таких автомобілів незначна і складає 12-24 тон за зміну. При великій продуктивності зернових комбайнів, а також їхній груповій роботі на полі, потрібна велика кількість автомобілів. Власний парк господарств не в змозі впоратися з перевезеннями у період збирання врожаю.

При груповій роботі комбайнів високої продуктивності, доцільне застосування транспортних засобів з великою вантажопідйомністю, що дає можливість підвищити продуктивність транспортування зерна, зменшити кількість автомобілів, знизити втрати зерна за рахунок скорочення кількості транспортних операцій [3].

Транспортні засоби разом із комбайнами утворюють збирально-транспортний комплекс, який потребує єдиного технологічного процесу, тобто узгодження продуктивності комбайнів та транспортних засобів. Однак на практиці, через варіювання тривалості заповнення бункерів та тривалості обороту транспортних засобів, як правило, не виконується [3].

Мінімізація переїздів транспортних засобів по полю в процесі виконання технологічних операцій є одним із шляхів підвищення ефективності збирально-транспортних комплексів. У процесі виконання збору зерна від комбайнів автомобілі здійснюють як робочі, так і холості переїзди. За даними роботи [4] час переїздів автомобіля по полю становить 20-40% від часу всього транспортного процесу, отже, сумарний вплив шин автомобіля на ґрунт великий. Необхідно дотримуватись обмежень середнього тиску на ґрунт, які наводяться в роботі [5]. Обмеження тиску на ґрунт також вказані в ГОСТ 26955-86, ГОСТ 26953-86, ГОСТ 26954-86.

При виборі транспортного засобу необхідно керуватися параметрами тиску шин на ґрунт, оскільки обслуговування комбайнів пов'язане з багаторазовими переїздами автомобілів по родючому шару ґрунту.

В роботі [6] наводяться рекомендації щодо вибору комплексу транспортних засобів, які забезпечують мінімальний вплив на ґрунт. Це трактори Беларус-820 і ХТЗ-150К з причепами. У цій роботі опубліковані показники максимального тиску на ґрунт тракторами Беларус-820 та ХТЗ-150К, які надані в таблиці 1.2

Таблиця 1.2.

Максимальний тиск на ґрунт тракторами на різній глибині [6]

Трактор	Максимальний тиск на ґрунт, МПа, на глибині , м			
	0,1	0,2	0,3	0,4
Беларус-820	0,245	0,145	0,056	0,017
ХТЗ-150К	0,350	0,178	0,122	0,079

Аналіз результатів таблиці 1.2 та порівняння їх із значеннями, допустимими згідно з ГОСТ 26955-86, дозволяє зробити висновок про те, що тиск рушіїв тракторів Беларус-820 не перевищує норму, а тракторів ХТЗ-150К перевищує межі.

Таким чином, існує проблема вибору транспортних засобів для збирання зерна на полі від комбайнів та подальшого його транспортування.

Збирально-транспортні процеси при збиранні зернових за схемою організації перевезень поділяються на прямі та з використанням проміжних ємностей, які в роботі [7] названі компенсаторами.

Прямі перевезення врожаю з полів виконуються за схемою: «комбайн – транспортний засіб – місце зберігання». При цьому можливе як індивідуальне закріплення транспортних засобів за комбайном, так і знеособлене (групове). При такій схемі простої комбайнів не виключені.

Груповий метод передбачає створення збирально-транспортного комплексу, де кожен комбайн може бути обслугований будь-яким вільним транспортним засобом. При цьому збільшуються переїзди по полю для завантаження автомобілів на 20-30%.

Мінімальний пробіг транспортних засобів по полю може бути досягнутий, якщо буде обране заздалегідь місце для розвантаження комбайнів та завантаження автомобілів, що знижує продуктивність комбайнів. Такі місця названі розвантажувальними магістралями [7], а їхнє застосування знижує пробіг автомобіля по полю на 21-45%.

Перевезення зерна з використанням компенсаторів замість розвантажувальних магістралей є одним із варіантів узгодження роботи комбайнів та транспорту. Для цього в технологічний ланцюг включають додаткову ланку «комбайн – компенсатор – автомобіль – місце зберігання». Це дає можливість тримати великовантажні автомобілі біля краю поля на ґрунтовій або асфальтовій дорозі, а зерно збирати за допомогою оборотних причепів або мобільних накопичувачів.

Застосовуючи таку технологічну схему збирально-транспортного комплексу необхідно забезпечити циклічність процесу. Цикл включає розвантаження бункера комбайна, завантаження транспортного засобу, перевантаження транспортного засобу, перевезення до місця зберігання та повернення холостим пробігом до місця завантаження.

Організація перевезень зерна при збиранні урожаю за кордоном проаналізована в роботі [7] та базується на груповій роботі комбайнів із

раціональною розстановкою транспортних засобів та широким застосуванням бункерів-накопичувачів.

За кордоном збирання зерна здійснюють прямим комбайнуванням та роздільним способом.

Для перевезення зерна застосовують автомобілі самоскиди вантажопідйомністю 10 т, а при незначних відстанях – колісні трактори з самоскидними причепами.

Застосування комбайнів із високою продуктивністю спричинило затримки в роботі автомобільного транспорту, що привело до застосування проміжних перевантажувачів.

В Англії для перевезення зерна від комбайнів використовують контейнери. У Швейцарії та Данії поширені в основному два способи: прямий, тобто без перевантаження, та із застосуванням проміжних контейнерів, причепів або бункерів-накопичувачів.

За останні десятиліття серед аграріїв західних країн, а також України широке застосування знаходять перевантажувальні причепа або бункери-перевантажувачі. Пов'язане це з негативним впливом шин автомобіля на родючий шар ґрунту. Одним із шляхів вирішення вказаної проблеми є використання транспортних засобів із шинами зниженого тиску і великих розмірів, що і властиве для бункерів-перевантажувачів.

Причепи-перевантажувачі зерна використовуються для приймання зерна від комбайнів, рис. 1.5 та транспортування до краю поля для вивантаження у кузов автомобіля, рис. 1.6.



Рис. 1.5 – Приймання зерна в причеп-перевантажувач



Рис.1.6 – Перевантаження зерна з причепа-перевантажувача в транспортний засіб

Продуктивність комбайнів при застосуванні причепа-перевантажувача зростає на 25-30%. Однак, оптимальне використання таких причепів-перевантажувачів починається з площі 200-250 га і вище.

До західних фірм, які випускають причепи-перевантажувачі, належать: BOURGAULT (Канада); FLIEGEL (Німеччина); HAVE WESTER.

Фірма HAVE WESTER випускає причепи-перевантажувачі різної місткості, технічна характеристика яких надана в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики причепів-перевантажувачів фірми HAVE WESTER [10].

Параметр	ULW 1200E	ULW 1500E	ULW 2000T	ULW 2500T	ULW 3000T
Об'єм завантаження, м ³	12	16	23	26	32
Маса вантажу, т	10	12	20	22	30
Висота вивантаження, м	4,2	4,6	4,6	4,6	4,6
Діаметр шнека, мм	365	420	420	420	500
Продуктивність розвантаження, т/год.	150	200	200	200	350
Час вивантаження зерна, хв	4	3,6	6	6,6	5,14

Українські машинобудівні заводи випускають причепи-перевантажувачі ПБН рисунок 1.7 [11].



Рис. 1.7 – Зовнішній вигляд причепа-перевантажувача ПБН та прийом зерна від комбайна

Технічні характеристики причепів-перевантажувачів різної місткості ПБН представлена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Технічні характеристики причепів-перевантажувачів різної місткості ПБН

Параметр	ПБН-16	ПБН-20	ПБН-30
Об'єм завантаження, м ³	16	20	30
Маса вантажу, т	12	16	26
Висота вивантаження, м	4,3	4,3	4,5
Діаметр шнека, мм	400	400	400
Продуктивність розвантаження, т/год.	165	165	165
Час вивантаження зерна, хв	4,36	5,81	9,45

Як видно з наведеної характеристики, час вивантаження зерна із причепа-перевантажувача ПБН у кузов автомобіля становить 5-10 хвилин.

Вітчизняний завод ТОВ «Прилуцький завод «Пожспецмаш» випускає модельний ряд причепів-перевантажувачів БНП (рис. 1.8) [12].



Рис. 1.8 – Зовнішній вигляд причепа-перевантажувача БНП

Технічні характеристики причепів-перевантажувачів БНП різної місткості представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Технічні характеристики причепів-перевантажувачів БНП різної місткості

Параметр	БНП-16	БНП-20	БНП-30	БНП-40
Об'єм завантаження, м ³	16	20	30	40
Маса вантажу, т	12	16	26	32
Висота вивантаження, м	4,3	4,3	4,5	4,5
Діаметр шнека, мм	450	450	450	450
Продуктивність розвантаження, т/год.	180	180	180	180
Час вивантаження зерна, хв	4	5,33	8,66	10,66

Як видно з аналізу таблиць 1.4 та 1.5, вітчизняні причепи-перевантажувачі не відрізняються від аналогічних західного виробництва. Час вивантаження зерна у вітчизняних причепів-вивантажувачів становить 4-11 хвилин, залежно від ємності бункера.

Із наведеного аналізу технологій збирання зернових і ролі транспорту в цьому процесі випливає, що для підвищення продуктивності збирально-транспортних комплексів необхідне застосування причепа-перевантажувача як додаткової ланки між комбайном та автомобілем. При цьому автомобіль знаходиться на краю поля і не впливає на родючий шар ґрунту шинамивисокого тиску.

При застосуванні причепів-перевантажувачів необхідно вирішити завдання вибору оптимальної ємності, яка може бути 16; 20; 30; 40 м³ і залежить від низки факторів, серед яких: продуктивність комбайну або групикомбайнів, яка залежить від урожайності; вантажопідйомність автомобілів та дальність поїздки з вантажем.

1.3. Організація перевезення сільськогосподарських вантажів

Раціональна організація транспортування вантажів сільськогосподарського призначення є одним з важливих елементів розвитку економіки України. Вантажі сільськогосподарського призначення є одним з видів масових вантажів. До них відноситься продукція сільськогосподарського виробництва: зерно, овочі, фрукти, льон і т.д. Процес виробництва сільськогосподарської продукції має специфічні особливості, пов'язані з кліматом, термінами дозрівання і термінами збиральних робіт, розміщенням посівних площ на різних видах ґрунту і т.п. У зв'язку з цим характер сільськогосподарського виробництва, і значення його продукції - визначає особливості вантажопокладі і транспортування сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом. Вантажопотоки відрізняються нерівномірністю напрямків, різкими сезонними коливаннями і сезону заготівлі продукції. Найбільшого навантаження вантажопотоки досягають під час проведення збиральних операцій, так як в цей час в їх структурі переважно переважають

масові культури. У зимовий період тенденція таких перевезень значно знижується.

До особливостей планування перевезення вантажів сільськогосподарського призначення відносяться:

- різкі сезонні скачки обсягів, що відбивається на затребуваності різних типів рухомого складу;
- залучення в збиральний період рухомого складу і персоналу обслуговування АТК;
- відмінність дорожніх умов, в залежності від відстані та схеми перевезення;
- в рамках дотримання агротехнічних термінів на період збиральних робіт встановлюється цілодобовий режим роботи АТК;
- створення тимчасових пунктів технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, пунктів заправки, харчування і відпочинку водіїв;

Вибір схеми роботи збирально-транспортного комплексу визначається виходячи з відстані перевезення, стану доріг, пропускної спроможності пунктів розвантаження, розмірів полів і їх врожайності.

В даний час існує декілька типів транспортного обслуговування зернозбиральних машин з метою зменшення жорсткості їх взаємодії. При жорсткому зв'язку транспорт не повинен відлучатися від обслуговується комбайна, інакше виникають непродуктивні простої. При гнучкому зв'язку на певних інтервалах часу транспортний засіб може бути відсутній, і це не спричинить простою агрегату. Однак через точно заданий інтервал часу транспорт повинен обслужити агрегат інакше виникають простої.

Перераховані вище типи перевезення зерна відносяться до прямих перевезень, які складаються з трьох ланок: зернозбиральні машини - обслуговуючий транспорт - зерновий тік (склад). На рисунку 1.9 відображена схема прямих перевезень.



Рис. 1.9 - Схема прямих перевезень зерна

Існує комбітрейлерна система перевезень. При роботі такого методу зерно з комбайнів перевантажується в оборотний причіп, буксирується по полю трактором. Після їх заповнення причепа вивозяться на польову дорогу, де формується автопоїзд який, попередньо також завантажений від комбайнів, доставляє зерно на тік.

Для підвищення продуктивності збирально-транспортної ланки застосовують накопичувачі перевантажувачі [6]. Як накопичувач-перевантажувача використовуються тракторні причепа вантажопідйомністю до 17 тон, з пристроєм для вивантаження зерна. Основним завданням даного методу є прийом зерна від комбайна в проміжках, коли транспорт відсутній, і перевантажувати зерно в який прибув транспорт. Така схема перевезень значно підвищує продуктивність збирально-транспортного комплексу, за рахунок зниження взаємообумовлених простоїв. Завдяки підвищенню продуктивності комплексу вдається мінімізувати втрати продукції через обсіпання.

Схема три-ланкового методу перевезення зерна відображено на рисунку 1.10. В основному, задіяні чотири об'єкти: робоча ланка, транспортна ланка №1 і №2 і зерновий тік.

Таким чином, процес перевезення зернових від полів до складі повинен плануватися з урахуванням узгодженості роботи комбайнів і транспортних коштів з мінімізацією частки простоїв. Узгоджена робота збиральної та транспортної ланки досягається попереднім розрахунком необхідної кількості автомобільного транспорту для обслуговування комбайнів, і створенням графіка роботи комплексів.

Комплексні витрати на перевезення зернових становлять 25-30% від загальних витрат у виробництві [6]. У зв'язку з цим оптимізація трудових і матеріальних витрат на перевезення зернових - є головним завданням в цілях зниження собівартості виробництва зернових культур.

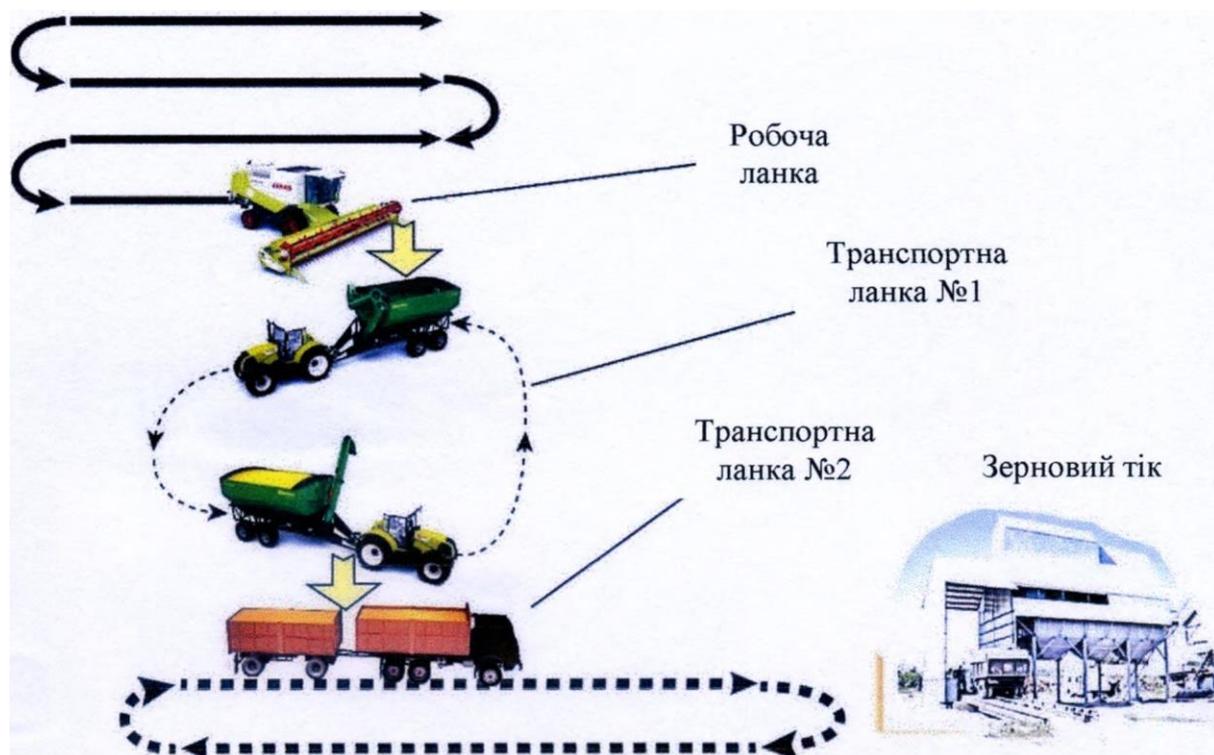


Рис. 1.10 – Три-ланкова система перевезення зерна

Існують і інші схеми доставки зернових культур. Велике різноманіття схем не використовуються в наш час. В них задіяна велика кількість збирально-транспортного комплексу та людей, як наслідок унеможливлення ефективного використання рухомого складу та збиральної техніки

1.4. Технічне забезпечення перевезень зернових культур автомобільним транспортом

Сучасне технічне забезпечення збирання зернових культур по номенклатурі дуже різноманітне, особливо якщо врахувати імпорту зарубіжну техніку [43]. Однак в кількісному відношенні український парк збиральної техніки менше оптимального майже в 3 рази [22,13]. Для оцінки сучасного технічного забезпечення збирання зернових культур і перспектив збільшення врожайності зерна нами були прийняті три показника: динаміка парку основних видів техніки внесення мінеральних і органічних добрив [2]. Оцінка динаміки

внесення добрив потрібна для прогнозування зростання врожайності зерна в країні, що дуже важливо для обґрунтування перспективного парку збиральних машин.

Для збирання зернових культур в Україні багато господарств використовують для збирання комбайни зарубіжного виробництва [15] або вітчизняного складання комбайнів іноземних фірм. Випускаються вітчизняні та зарубіжні зернозбиральні комбайни за своїми технічними і експлуатаційними характеристиками мають досить великий діапазон. За критерій оцінки їх можливостей умовно прийнята пропускна здатність, яка у існуючих комбайнів знаходиться в інтервалі від 1,5 до 14 кг/с.

Комбайни класу до 1,5 кг/с застосовуються для збирання селекційних і насінницьких ділянок. Для цих цілей використовуються фінські комбайни фірми «Sampo Rosenlew» серії 130 і 580 та інших фірм.

Участь автомобільного транспорту в сільськогосподарських перевезеннях важко переоцінити. Він є сполучною ланкою в технологічному ланцюжку виробництва агропромисловості. Транспорт забезпечує матеріальні потоки продукції сільського господарства на всіх стадіях виробництва. Підвищення ефективності цих робіт є одним з існуючих резервів зниження собівартості сільськогосподарської продукції і зростання рентабельності підприємств агропромислового комплексу (АПК) [7,8,9].

Зерно з полів на складу вивозять на автомобілях з універсальними кузовами, тягачах і тракторах з причепами. Авто зағони, зайняті перевезенням зерна з приймальних пунктів, найбільш раціонально укомплектовувати автопоїздами, автомобілями великої вантажопідйомності, що мають високу продуктивність і вимагають відносно невеликих витрат на одиницю транспортної роботи [9].

Щоб уникнути втрат і псування зерна при транспортуванні кузова автомобілів, причепів і напівпричепів повинні бути обладнані ущільнювачами в бортових зчленуваннях, забезпечені брезентом або іншими матеріалами, що захищають зерно від атмосферних опадів і розпилення. Борти повинні бути

нарощені до висоти, що забезпечує більш повне використання вантажопідйомності рухомого складу, але не перевищує встановленої норми.

Зернові культури, при перевезеннях від поля до зернового складі, перевозяться безтарним способом. З цією метою використовується спеціальна техніка. Відомо, що продукт легко поглинає вологу і претендує на особливі способи транспортування.

В ході підготовки техніки до навантаження насипом застосовується прокладка в ділянках стикування кузовних країв і дна, майданчиків, посилення щільності. При транспортуванні насіння кузов автомобіля з зовнішньої частини щільно закривається брезентом.

Бортові зерновози - це борти з відкритим кузовом і вантажопідйомністю до двадцяти тон, і ємністю до п'ятдесяти метрів куб. Важливою негативною якістю подібного транспорту є відсутність здатності самостійного розвантаження. Щоб забезпечити розвантаження рухомого складу даного типу, необхідно підійомний пристрій в зерно приймальному пункті. Такі підійомні пристрої існують на більшості зернових складах, млинах і елеваторах.

Розвантаження бортового транспортного засобу показана на рисунку 1.11.

Бортові автопоїзда-зерновози мають у своєму розпорядженні кілька кузовів зчеплених між собою, що дає можливість їм здійснювати транспортування зерна масою тридцять тон і більше за один рейс. Самоскиди мають місткість 10-30 тон. вони вважаються економічними, оскільки здатні знехтувати додатковою робочою силою для розвантажувальних робіт. Часто їх застосовують в зчепленні з причепом для транспортування зерна, що сильно скорочує витрати пального і тимчасові витрати при перевезеннях. Одночасно маса транспортуючого матеріалу подається на трактовий хід за рахунок каркаса Причепа і після тільки за рахунок застосування власних коліс; зв'язок причепа з локомотивом використовується тільки лише для подачі тягової сили. Виходячи з більш продуктивних характеристик самоскидів, вони переважно використовуються для перевезення зерна з полів до елеваторів.



Рис. 1.11 - Розвантаження бортового автопоїзда на підйомному пристрої

Зерновоз-цистерна - це автомобіль для транспортування зерна, що має ряд спеціальних переваг перед іншими типами техніки, що обумовлюється міцністю і обґрунтованим захистом конструкції від яких-небудь груп природних впливів, крім того присутністю розвантажувальних люків.

Як правило, такий тип рухомого складу використовується для транспортування зерна на відстані більше 200 км.

Висновки. Проведений аналіз ролі та місця транспорту в процесі збирання зернових дозволив встановити, що між групою комбайнів, які працюють на збиранні зерна, та транспортними засобами, які транспортують зерно до місця зберігання, існує знак рівності. У разі недотримання рівності будуть прості або комбайнів, або транспорту, що знижує продуктивність збирально-транспортного комплексу та підвищує витрати на збирання урожаю.

Аналіз різних технологічних схем побудови роботи збирально-транспортного комплексу показав перспективність застосування різного роду компенсаторів (бункери, причепи, причепи-перевантажувачі), які є проміжною ланкою між комбайнами та транспортними засобами.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Зернові культури в зв'язку з високою залежністю якості продукції від кліматичних умов вимагають особливої уваги і врахування цілого комплексу екологічних факторів. При теплих і помірно вологих погодних умовах зерно володіє хорошими врожайними властивостями. У той же час в умовах сильної посухи, при підвищеному зволоженні або ранньому похолоданні якість врожаю значно знижується. До того ж ці фактори сприяють виляганню хлібів. Все це веде до зниження врожайності і значного збільшення втрат при збиранні і механічній обробці зерна.

При організації роботи транспорту, що здійснює збирання зернових культур необхідно враховувати різні чинники.

2.1 Вплив рівня вологості зерна на продуктивність збирально транспортного комплексу

Вологість зернової маси - найважливіший фактор, що визначає збереження зерна при різних умовах зберігання. Зі збільшенням вологості в зерновій масі посилюються фізико-біологічні та мікро-біологічні процеси, зерно стає нестійким при зберіганні і може зіпсуватися внаслідок самоігрівання [4]. Збільшується частка мікро і макро ушкоджень при збиранні і механічній переробці зернової маси, збільшуються втрати продукції, що відбивається на подальшій якості сировини.

Технологічне значення вологості зерна має важливу роль в ланцюжку його виробництва. Тривале зберігання зерна, з його мінімальними втратами, можливо, якщо зерно знаходиться в сухому стані. У табл. 2.1 представлені дані рівня вологості по найбільш поширених зернових культурах.

Для визначення вологості хлібної маси можна скористатися методикою, викладеної в роботі П.М. Федосєєва, де статистична обробка великої кількості досвідчених даних вологості зерна і незернової частини врожаю в період обмолоту показала, що між вологістю зерна та соломи існує досить тісний зв'язок [4]. Рівень кількості вологи в соломі - нижче рівня вологості зерна. З огляду на

цю особливість, що вологість соломи знаходиться в певному співвідношенні з вологістю зерна, представляється можливим при розгляді втрат зерна орієнтуватися тільки на вологість зерна [4].

Таблиця 2.1.

Вологість зернових культур

Культура	Вологість зерна, %						
	Сухе		Середньої сухості		Вологе		Сире
	До	Понад	До	Понад	До	Понад	
Пшениця, жито, ячмінь, гречка	14	14	15,5	15,5	17	17	
Кукурудза	14	14	16	16	18	18	
Соняшник	7	7	8	8	9	9	

При збиранні та перевезенні існує вплив відносної вологості повітря на вологість зерна. Дослідним шляхом доведено, що під впливом відносної вологості повітря і температури, вологість зерна в колосі змінюється протягом доби [5]. Так зерно прибране комбайнами в різний час доби має різний показник вологості. Найбільше зволоження зернової маси спостерігається рано вранці. В цей час переважає найнижча добова температура і підвищений рівень вологості повітря.

Зерно з підвищеним рівнем вологості потребує активного вентилявання і сушіння. Даний процес передбачає додаткові витрати, які призводять до подорожчання продукції. У денний час рівень вологості повітря досягає нижнього значення. Тому, щоб прибрати зерно з оптимальним рівнем вологості, необхідно планувати роботу зернозбиральних машин в світлий час доби.

Серед безлічі біометричних факторів, що впливають на якість зерна і якостей його збирання, особливий вплив надає рівень вологості зернової маси. На рисунку 2.1 відображений графік залежності пропускної спроможності молотарки комбайна від вологості зерна.

Дана залежність показує, що при найменшому рівні вологості

продуктивність комбайна низька, так як при меншій вологості зерно має властивість обсіпатися з колосків, що призводить до втрат продукції. При збільшенні рівня вологості вище оптимальних значень, продуктивність зернозбиральних машин зменшується, так як вологе зерно схильне значних пошкоджень. Збільшення вологості хлібної маси з 13-17 до 27-29% призводить до зниження погодинної продуктивності збирально транспортної лінії майже на 40 % [8].

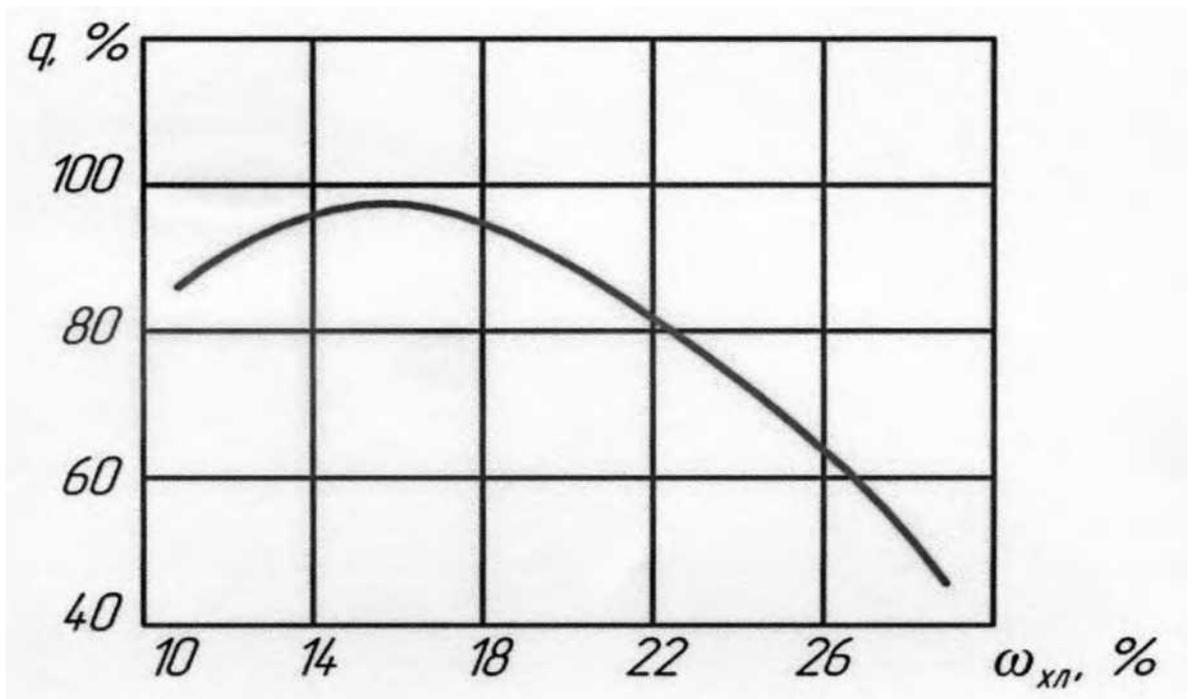


Рис. 2.1 - Зміна пропускної здатності комбайна (q) в залежності від вологості зерна ($\omega_{хл}$) [7]

Виходячи з вищевикладеного матеріалу, виходить - що продуктивність зернозбиральних машин змінюється протягом доби, відповідно до зміни рівня вологості зерна. Якщо врахувати дану закономірність при розрахунку кількості обслуговуючого транспорту, передбачається, що зміна продуктивності зернозбирального комплексу, відбивається на продуктивності транспортної ланки. У ситуації, що склалася, одним з шляхів підвищення ефективності процесу збирання, є оптимізація кількості транспортних одиниць з урахуванням закономірності зміни продуктивності зернозбиральних машин.

2.2 Методика розрахунку кількості збирально-транспортних машин при збиранні зернових культур

Узгоджена робота збиральної і транспортної ланки є визначальним фактором досягнення максимальної продуктивності процесу збирання зерна. Досягнення узгодженої роботи неможливо без попереднього розрахунку необхідної кількості автомобільного транспорту для обслуговування певної кількості комбайнів, і створенням графіка роботи збирального комплексу. Обов'язковим фактором є умова перевезення у встановлені агротехнічні терміни. Докладний розрахунок представлений в роботі [30].

Визначаємо кількість бункерів зерна, які можуть увійти в кузов автомобіля, шт. (Значення округляється до цілого меншого числа):

$$n_{\delta} = \frac{q}{\gamma Q_{\delta}} \quad (2.1)$$

де q - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

Q_{δ} - обсяг бункера комбайна, м³;

γ - щільність зерна, т/м³.

Значення кількості бункерів які входять в кузов автомобіля завжди округляється до цілого меншого числа.

Визначаємо час завантаження автомобіля зерном, год.:

$$t_3 = \frac{t_{\Pi}}{t_{\text{в}}} \quad (2.2)$$

де t_{Π} - час під'їзду і від'їзду автомобіля до комбайна, год.;

$t_{\text{в}}$ - час вивантаження зерна з бункера комбайна, год.

Визначаємо час руху автомобіля з поля на склад, год:

$$t_3 = \frac{S}{V_3} \quad (2.3)$$

де S - відстань з поля до складу, км;

V_3 - середня технічна швидкість завантаженого автомобіля, км/год.

Визначаємо час руху автомобіля з складу на поле, год:

$$t_{\Pi} = \frac{S}{V_n} \quad (2.4)$$

де V_n - швидкість руху порожнього автомобіля, км/год.

Визначаємо час рейсу автомобіля, год:

$$t_p = t_z + t_{\Pi} + t_d \quad (2.5)$$

де t_d - час перебування автомобіля на складі, год. (зважування, розвантаження, оформлення документів).

Визначаємо коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля:

$$B = \frac{L_{гр}}{L_{заг}}; \quad (2.6)$$

Визначаємо продуктивність автомобіля, тон/год:

$$P_{год} = \frac{q\gamma_{ст}\beta v_r}{l_{ге} + t_{пр}\beta v_r} \quad (2.7)$$

Визначаємо годинну продуктивність комбайна тон/год:

$$w_{б} = 0.1B_p V_p U \tau \quad (2.8)$$

де B_p - робоча ширина захвату жатки, м;

U - врожайність культури, т / га;

τ - коефіцієнт використання часу зміни;

V_p - робоча швидкість руху комбайна, км / год;

Далі визначаємо потрібну кількість транспортних засобів:

$$n_{\Pi} = \frac{n_{кі} W_{ч} g_3 t_{об}}{g \alpha_a k_r} \quad (2.9)$$

де $n_{кі}$ - кількість комбайнів в групі, що обслуговуються автомобілями.

Отримане значення кількості транспортних засобів округляємо до цілого числа в більшу сторону, так як - згідно агротехнічним вимогам продуктивність транспортної ланки повинна задовольняти вимоги ланки збиральних машин в повному обсязі. У разі неповного закриття вимог виникають непродуктивні

простої збиральних комбайнів.

2.3 Вплив добової продуктивності комбайнів на продуктивність автомобілів

Сучасні вимоги використання рухомого складу на транспортно технологічних перевезеннях, є завданням створення нових показників для оцінки перевізних технологій. Вони дозволяють виявити резерви підвищення ефективності використання рухомого складу.

Існуючий розрахунок добової продуктивності зернозбиральних комбайнів враховує середній показник вологості зерна.

$$P_k = 0,1Ш_3V\gamma \quad (2.10)$$

де, $Ш_3$ - робоча ширина захвату жатки, м;

V - робоча швидкість комбайна, км / год;

γ - коефіцієнт використання часу зміни.

В умовах зміни даного показника, продуктивність комбайнів розраховується з найменш вірогідним результатом. Щоб врахувати коливання даного чинника, пропонується використання в формулі розрахунку продуктивності комбайна поправочний коефіцієнт, ϕ - коефіцієнт вологості зерна:

$$P_k = 0,1Ш_3V\gamma\phi \quad (2.11)$$

Величина продуктивності зернозбирального комбайна з урахуванням коефіцієнта вологості визначає найбільш точне значення фактичної ефективності роботи транспортно-збиральної ланки.

Для того щоб розрахувати значення в КВЛ в режимі польових робіт, необхідний постійний моніторинг показника вологості хлібної маси. Для розрахунку КВЛ рамках даного дослідження, скористаємося статистичними показниками вологості зернової маси протягом доби, представленими в роботі.

На рисунку 2.2 представлений графік зміни вологості зерна в залежності від часу доби.

Використовуючи дані, представлені на рисунку 2.2 можна розрахувати значення КВЛ для кожної години роботи. Таким чином, показник добової продуктивності зернозбиральної машини набирає вигляду матриці значень, в якій кожне значення визначає показник продуктивності зернозбиральної машини в конкретну годину роботи.

Максимальна продуктивність комбайна досягається при рівні вологості зерна 14-17% [7], так як при цьому показнику рівня вологості, зерно менш схильне факторам завдає шкоди продукції.

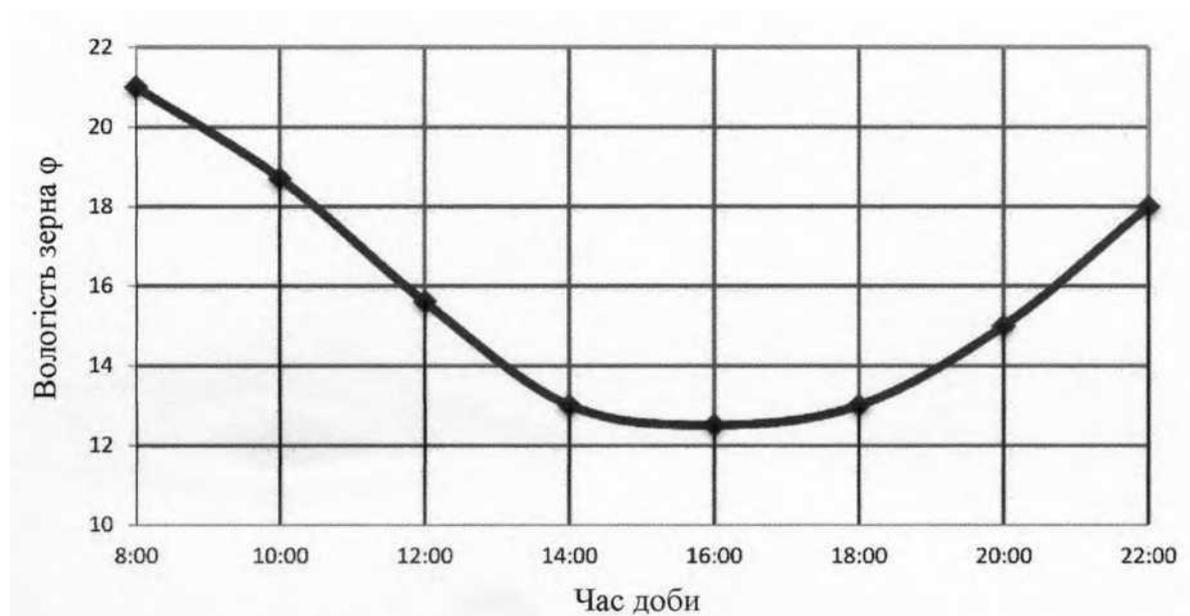


Рис. 2.2 - Зміна вологості зерна протягом доби

На рисунку 2.3 відображений розрахунок продуктивності комбайна CLAAS Lexion 570 з урахуванням коефіцієнта вологості (КВЛ).

Згідно агрономічним і агротехнічним вимогам існуючі методики розрахунку кількості транспортних засобів, націлені на повне задоволення транспортних вимог. Так в методиках розрахунку збиральних ліній [17], при розрахунку продуктивності збирального агрегату враховуються середні показники вологості, врожайності і т.д.

Через високу вартість зернових культур, вартість простоїв зернозбиральних комбайнів значно перевищує номінальну вартість простоїв автомобільного транспорту. Так само причиною є висока вартість зернозбиральних машин і запчастин.

В результаті виявленої неузгодженості режимів роботи збирально-транспортного комплексу, відбуваються простой транспорту, які тягнуть економічні втрати.

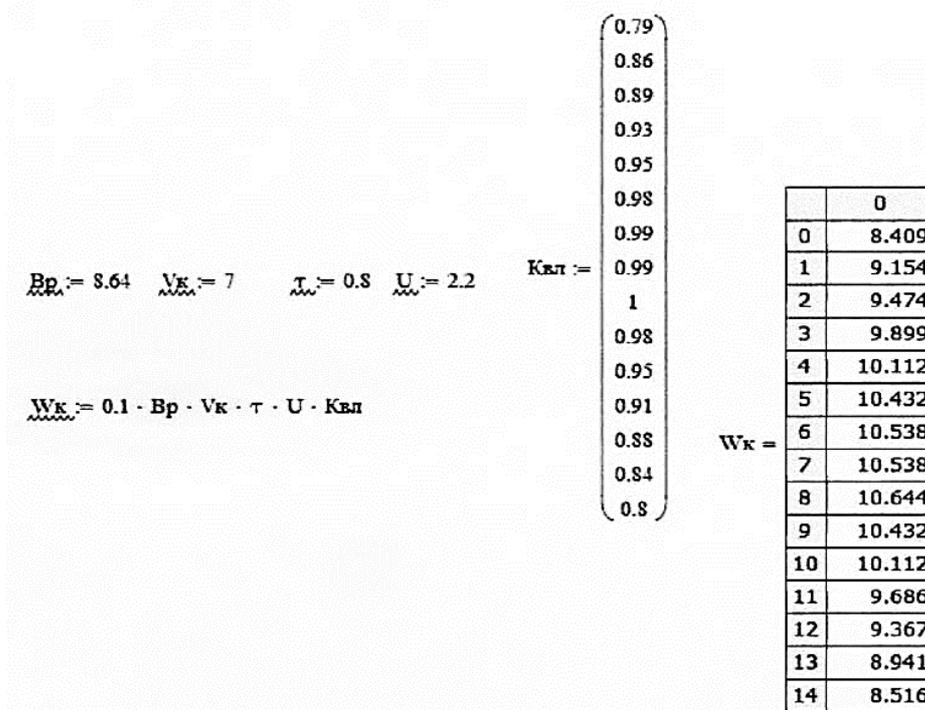


Рис. 2.3 - Розрахунок продуктивності комбайна в Mathcad

Так як розрахунок кількості транспорту проводиться виходячи з максимальної продуктивності зернозбиральних машин, в період коли комбайни працюють не на повну потужність - простой транспорту значно збільшуються. В ранковий і вечірній час, коли вологість зерна сягає 30%, продуктивність комбайнів знижується до 35-40%. Дана залежність відображена на рисунку 2.4.

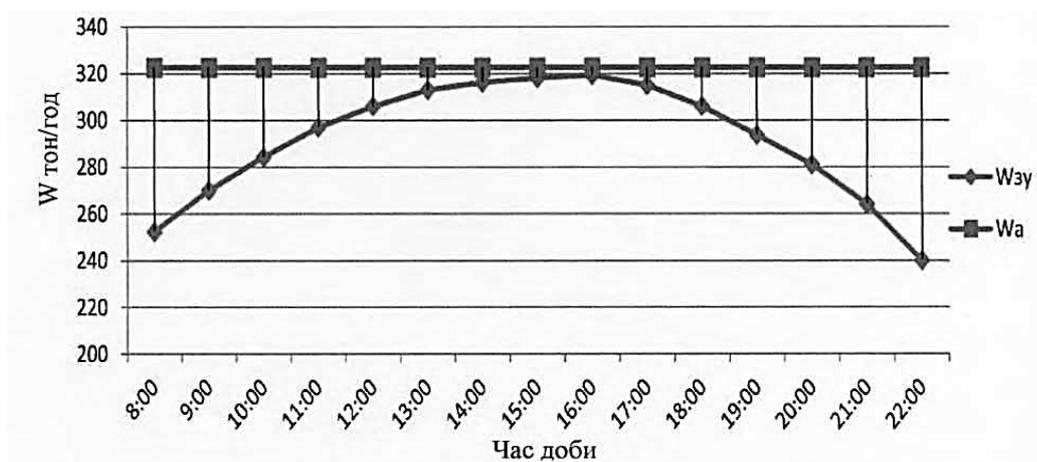


Рис. 2.4 - Продуктивність збирально-транспортного комплексу протягом доби (тон/год)

2.4 Методика розрахунку витрат транспортних засобів і зернозбиральних машин

У зв'язку з низькою продуктивністю технологічних машин строки збирання перевищують нормативні у 2-3 рази, що в свою чергу призводить до втрати не менше чверті вирощеного врожаю [4]. Проблему поглиблює імовірнісний характер взаємодії машин, викликаючи простій взаємопов'язаних в технологічному процесі агрегатів [25,26].

В роботі М.М. Константинова [9] представлена цільова функція по обґрунтуванню структури зернозбирального комплексу з урахуванням вартості простою машин і їх імовірнісного характеру взаємодії. Однак на структуру збирального комплексу значний вплив буде надавати продуктивність технологічних машин [20,24], яка в свою чергу залежить від логістики зернозбирального процесу, а саме зниження взаємообумовлених простоїв техніки.

Вартість простою збирального агрегату з певним припущенням можна представити таким чином:

$$Z_{за} = ZQR_{вд}П_{м}УЦ_{п}Ц_{к} \quad (2.12)$$

де Z - витрати на залучення комбайнера, грн/год;

Q - амортизаційні відрахування;

$R_{вд}$ - коефіцієнт втрат;

$П_{м}$ - коефіцієнт використання комбайна за календарний рік;

$У$ - врожайність культури, ц/га;

$Ц_{п}$ - вартість продукції, грн/ц;

$Ц_{к}$ - балансова вартість комбайна.

Вартість простою транспортного засобу в рамках даної роботи дорівнює тарифній ставці. Ґрунтуючись на аналітичних даних агро-комплексні підприємства несуть економічні втрати при наявності власного парку вантажного транспорту. Виходячи з цього - для вивезення продукції рослинництва підприємства користуються послугами найманого транспорту.

При вивезенні зерна від полів до зернового току, як правило,

використовується погодинний тариф.

Для визначення середньої тривалості простою протягом зміни комбайна і транспортного засобу використовується теорія масового обслуговування, яка дозволяє врахувати випадковий характер зв'язку між збиральним агрегатом і транспортним засобом. Роботу технологічних ліній на збиранні зернових культур можна представити у вигляді багатоканальної замкнутої системи масового обслуговування з очікуванням. Функціонування даної системи можна описати через всі можливі її стани і інтенсивності переходу з одного в інше.

Основними параметрами функціонування системи масового обслуговування є ймовірності стану системи, тобто можливі наявності вимог (транспортних агрегатів) в системі.

Вихідними даними, що характеризують систему, є: число каналів обслуговування t (збиральних агрегатів), число вимог N (транспортних агрегатів) визначається за методикою [9], інтенсивність надходження однієї вимоги на обслуговування λ (тобто число повернень вимоги в одиницю часу), інтенсивність обслуговування вимог μ . Інтенсивність надходження на обслуговування однієї вимоги визначається як величина, зворотна часу повернення вимоги (часу обороту транспортного агрегату - $t_{об}$):

$$Z_{за} = ZQR_{вд} \Pi_M U \Pi_{п} \Pi_{к} \quad (2.13)$$

де t_p - час руху транспортного засобу від комбайна і назад.

Інтенсивність обслуговування вимог визначається як величина, зворотна часу обслуговування однієї вимоги (часу навантаження транспортного засобу). Інтенсивність обслуговування визначимо з виразу:

$$t_3 = \frac{t}{k} \quad (2.14)$$

де t - час наповнення бункера зерном, год.;

k - кількість бункерів входять в кузов транспортного засобу.

Середнє число заявок, що обслуговуються комбайном за час звернення

транспорту, визначає їх інтенсивність надходження (P), що характеризує загальний параметр функціонування системи [8]:

$$P = \frac{\psi}{N} P_0; \quad (2.15)$$

Для визначення часу простою транспортних засобів визначаємо довжину черги автомобілів, які очікують обслуговування:

$$P_{\text{чер}} = 1 - \sum_{k=0}^N P_k; \quad (2.16)$$

Частка простою транспортного засобу в очікуванні навантаження (коефіцієнт взаємообумовлених простоїв) визначається з виразу:

$$t_{\text{оч}} = \frac{m_s}{\lambda}; \quad (2.17)$$

Дослідження цільової функції показує, що на оптимальну кількість збиральних агрегатів в групі істотно впливає тип зв'язку і продуктивність збиральних і транспортних машин, врожайність культури і відстань перевезення.

2.5 Методика розрахунку продуктивності збирально-транспортної ланки

Визначаємо кількість бункерів зерна, які можуть увійти в кузов автомобіля, шт. (Значення округляється до цілого меншого числа).

Зробимо розрахунок часу завантаження автомобіля зерном, за формулою, представленою в розділі 2.3.

Далі визначимо час руху автомобіля по дорозі з поля на склад. Потім, зробимо розрахунок часу руху автомобіля з складу на поле. Сумарний час рейсу автомобіля, в даному випадку, визначається за формулою 5 цього розділу. Визначаємо коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля. Обчислимо продуктивність автомобіля застосовуючи вихідні дані, отримаємо.

Значення продуктивності комбайна, з урахуванням коефіцієнта вологості. Так як змінюваний протягом доби, присвоюємо йому значення відповідні кожній

годині часу зміни. При максимальній тривалості зміни 14 годин, відповідно приймає 14 значень. У табл. 2.2 представлений розрахунок продуктивності комбайна.

Таблиця 2.2 - Розрахункові значення за формулою

Час доби	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	
	0,79	0,86	0,89	0,93	0,95	0,98	0,99	
	8,4	9,1	9,4	9,8	10,1	10,4	10,5	
Час доби	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
	0,99	1	0,98	0,95	0,91	0,88	0,84	0,8
	10,5	10,6	10,4	10,1	9,6	9,3	8,9	8,5

Тепер, на основі отриманих даних зробимо розрахунок необхідної кількості автомобілів на збиранні зернових культур. З огляду на те, що значення змінюється протягом доби, отримане значення так само приймає матрицю значень, змінних протягом доби.

Отримані дані в залежності від КВЛ представлені в табл. 2.3.

Видно, що кількість потрібних для збирання автомобілів прямолінійно зростає зі збільшенням коефіцієнта вологості.

Таблиця 2.3 - Розрахунок необхідної кількості автомобілів

Час доби	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	
	0,79	0,86	0,89	0,93	0,95	0,98	0,99	
	6,7	7,3	7,6	7,9	8,1	8,4	8,5	
Час доби	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
	0,99	1	0,98	0,95	0,91	0,88	0,84	0,8
	8,5	8,5	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,8

З огляду на зміну продуктивності зернозбиральних машин протягом доби, при розрахунку необхідної кількості транспортних засобів, можливо розрахувати таку кількість автомобілів, при якому витрати на простой збирально-транспортної ланки будуть мінімальними. На рисунку 2.5 відображена

залежність продуктивності автомобілів.

Наведений розрахунок відображає оптимальне поєднання техніки, але планування роботи техніки в даній формі в реальних умовах не представляється можливим. У зв'язку з цим постає завдання планування транспортної роботи в умовах близьких до оптимальних значень.

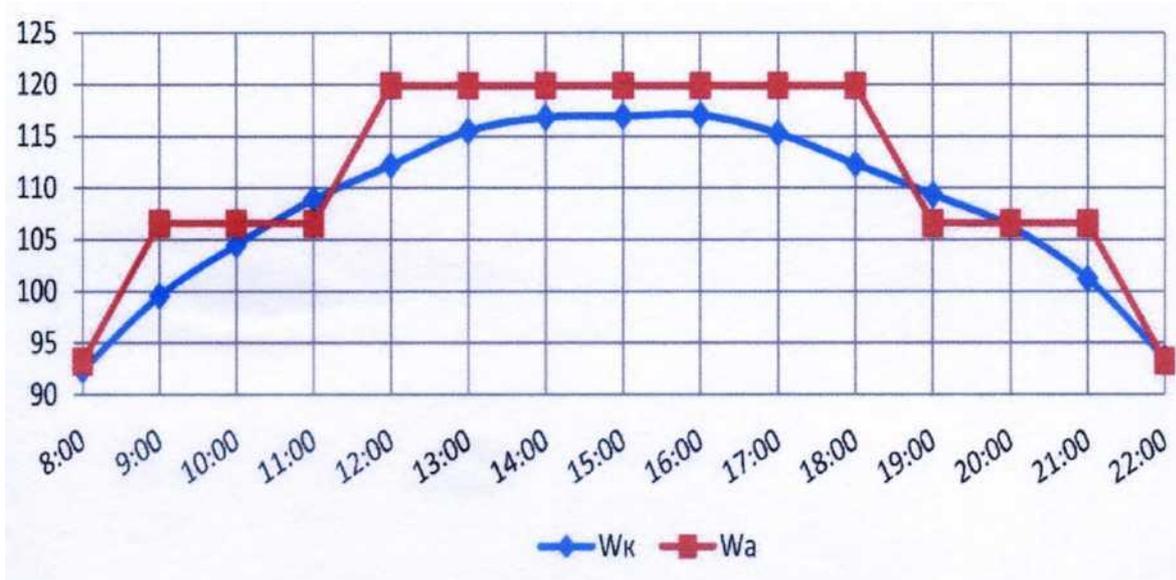


Рис. 2.5 - Оптимальна продуктивність збирально-транспортної ланки

Щоб уникнути непродуктивних простоїв, пропонується позмінне планування роботи транспорту. На рисунку 2.6 представлений графік, що відображає роботу транспорту в трьох змінах різних за кількістю транспорту.

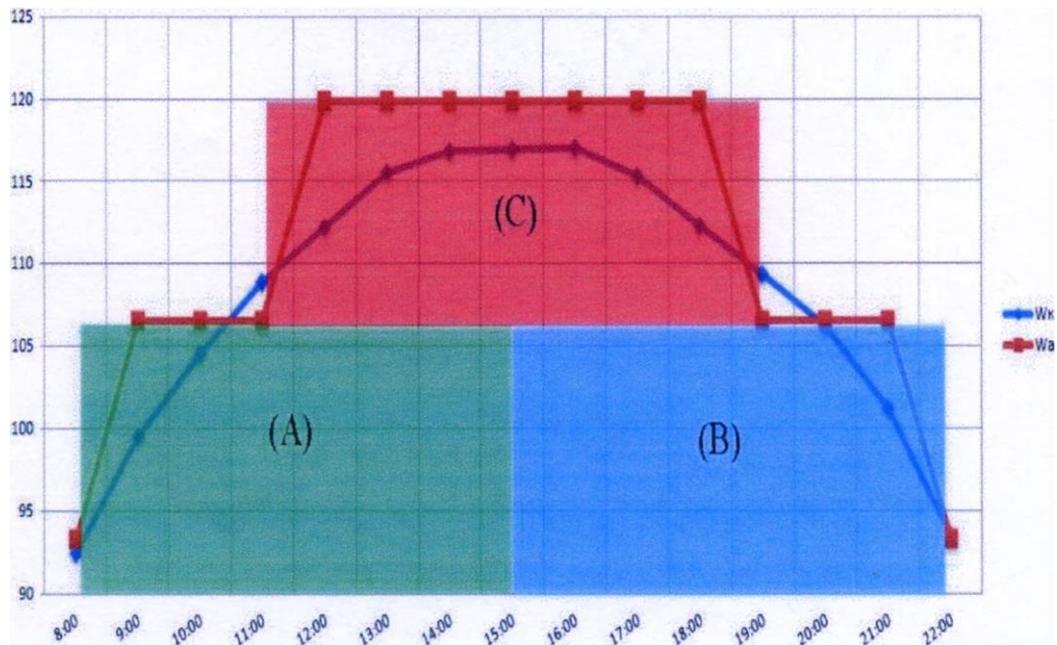


Рис. 2.6 - Змінний графік роботи транспортного ланки

Режим планування роботи в три зміни дозволяє оптимально розподілити транспортні потужності протягом доби. Зміна транспортної групи (А) і (В) складаються з семи автомобілів. Зміна групи (С) передбачає збільшення продуктивності основного транспортного комплексу, і складається з двох автомобілів. Представлене планування транспортної роботи під час збирання зернових є найбільш оптимальною щодо матеріальних витрат, а так само узгоджується з режимом роботи водіїв. Позмінне планування дозволяє не порушувати закон про режим праці та відпочинку водіїв.

Тривалість зміни кожної окремої групи становить сім годин.

Для розрахунку витрат на непродуктивні простой необхідно розрахувати собівартість простоїв транспортної і збиральної ланок.

Собівартість простоїв автомобілів дорівнює встановленому погодинному тарифу, так як автомобільний транспорт залучений.

Розраховуємо інтенсивність надходження однієї вимоги на обслуговування λ , тобто число повернень вимоги в одиницю часу.

Значення λ представлені на рисунку 2.7:

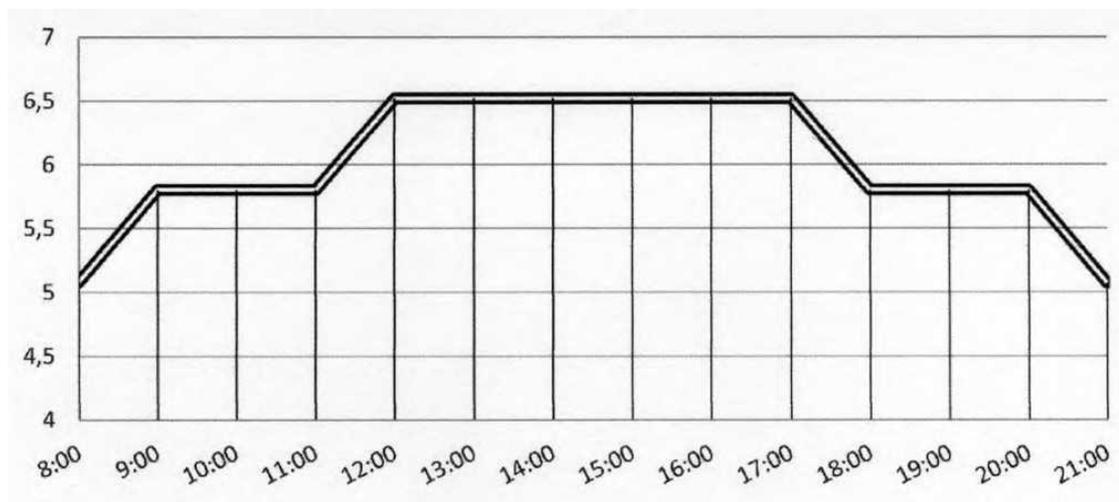


Рис. 2.7 - Інтенсивність надходження вимоги λ

Розраховуємо інтенсивність обслуговування вимог, вона визначається як величина, зворотна часу обслуговування однієї вимоги 0,73.

Середнє число заявок, що обслуговуються комбайном за час звернення транспорту, визначає їх інтенсивність надходження P , що характеризує

загальний параметр функціонування системи. Розраховані значення представлені на рисунку 2.8:

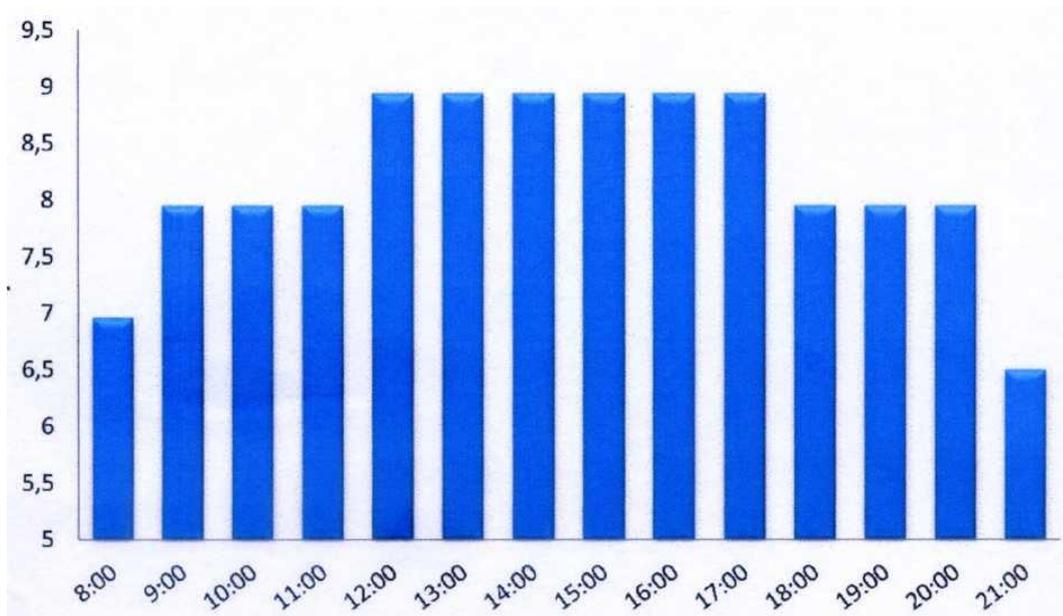


Рис. 2.8 - Розрахункові значення Р

Для визначення часу простою транспортних засобів визначається довжина черги, яка чекає на обслуговування. Довжина черги відображає кількість автомобілів в черзі на момент збиральних робіт.

Далі визначається частка простою транспортного засобу протягом доби. Дослідження показує, що на оптимальну кількість збиральних агрегатів в групі істотно впливає тип зв'язку і продуктивність збиральних і транспортних машин, врожайність культури і відстань перевезення.

Розрахункові дані по частках простою відображені на рисунку 2.9:

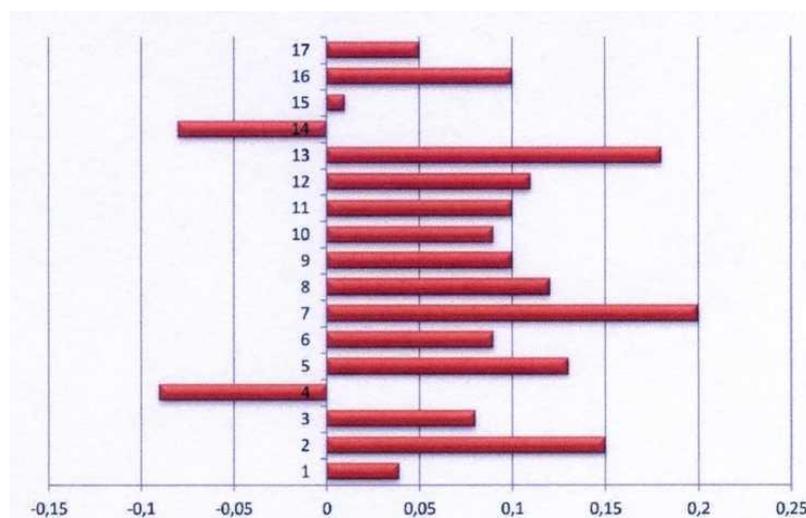


Рис. 2.9 Частка простоїв транспортних засобів

Найважливішим резервом зниження простоїв в поточних процесах є комплектування збирально-транспортних ланок з урахуванням широкого спектра природно-виробничих факторів і непевного характеру взаємодії машин. З цією метою запропонована дана методика проектування технологічних ліній на збиранні зернових культур.

Висновки. У розділі два наведені науково-дослідні результати, про вплив кліматичних впливів на продуктивність зернозбирального комплексу.

У пункті 2.1 Наведено дані про вплив вологості зернової маси на продуктивність зернозбиральних машин. Описано критерії зміни якості обробки зерна при різних показниках вологості соломи. Представлена залежність зміни продуктивності транспортного комплексу від ефективності використання зернозбиральних агрегатів.

У пункті 2.2 представлена методика розрахунку необхідної кількості транспортних засобів. Дана методика враховує середні показники впливу кліматичних факторів на роботу збирального комплексу.

У пункті 2.3 Відображено вплив вологості зерна на продуктивність комбайна. Запропоновано методику, яка в свою чергу враховує зміну добових показників вологості зерна, і відображає це на продуктивності комбайна. Запропоновано використання поправочного коефіцієнта, який впливає на показник продуктивності прямо пропорційно - залежно від зміни вологості зерна.

У пункті 2.4 представлені розрахунки кількості транспортних засобів для проведення збиральних робіт. Так само зроблено розрахунок собівартості простоїв транспортних засобів.

Запропоновано методику, яка в свою чергу враховує зміну добових показників вологості зерна, і відображає це на продуктивності комбайна.

Запропоновано використання поправочного коефіцієнта, який впливає на показник продуктивності прямо пропорційно - залежно від зміни вологості зерна.

В даному розділі наведені існуючі методики проектування транспортно-технологічних процесів, для збирання зернових культур. Відображено переваги і недоліки даних методик. Найважливішим резервом зниження простоїв в поточних процесах є комплектування збирально-транспортних ланок з урахуванням широкого спектра природно-виробничих факторів і непевного характеру взаємодії машин. З цією метою запропонована методика проектування технологічних ліній на збиранні зернових культур.

3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Проектування транспортно-збиральних ліній дозволяє уникнути недоцільних матеріальних витрат і скоротити інтервал проведення збиральних робіт. Залежно від масштабів підприємства спочатку підбирається необхідний комплекс збиральних комбайнів відповідної продуктивності. Так само на вибір комбайнів впливає географічне розташування агро-виробничих потужностей, так як вплив кліматичних факторів безпосередньо впливає на ефективність зернової промисловості. Виходячи з перерахованих вище факторів, з урахуванням досвіду попередніх років необхідні статистичні дані по врожайності посівних полів.

3.1 Методика розрахунку оптимальної кількості транспортних засобів з урахуванням коефіцієнта вологості

Виходячи зі статистичних даних про технологічну оснащеність підприємств прийнято, що число комбайнів є постійною величиною.

Так само ґрунтуючись на статистичних даних, в даному дослідженні автомобільний транспорт є залученими. Виходячи з даних з відкритих джерел, використовуємо найбільш часто використовуваний рухомий склад з метою транспортування зернових, автомобіль КамАЗ 53215.

Для визначення оптимальної кількості автомобілів, необхідних для обслуговування комбайнів пропонується враховувати коефіцієнт вологості зерна у формулі розрахунку продуктивності комбайнів.

На основі застосування математичного моделювання за допомогою комп'ютерної програми Mathcad вдалося виявити наступні значення, представлені в рисунку 3.1:

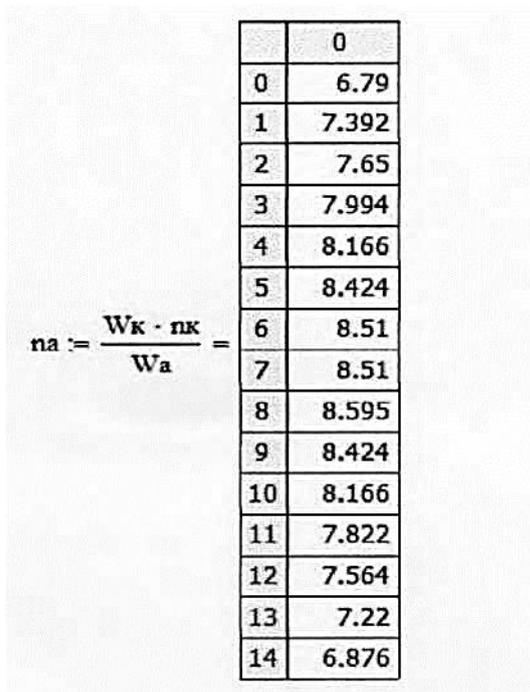


Рис. 3.1 - Оптимальна кількість автомобілів

Змінність необхідної кількості автомобілів формується виходячи з зміни продуктивності комбайнів протягом доби, розрахунок змінною продуктивності комбайнів протягом доби представлений на рисунку 3.2:

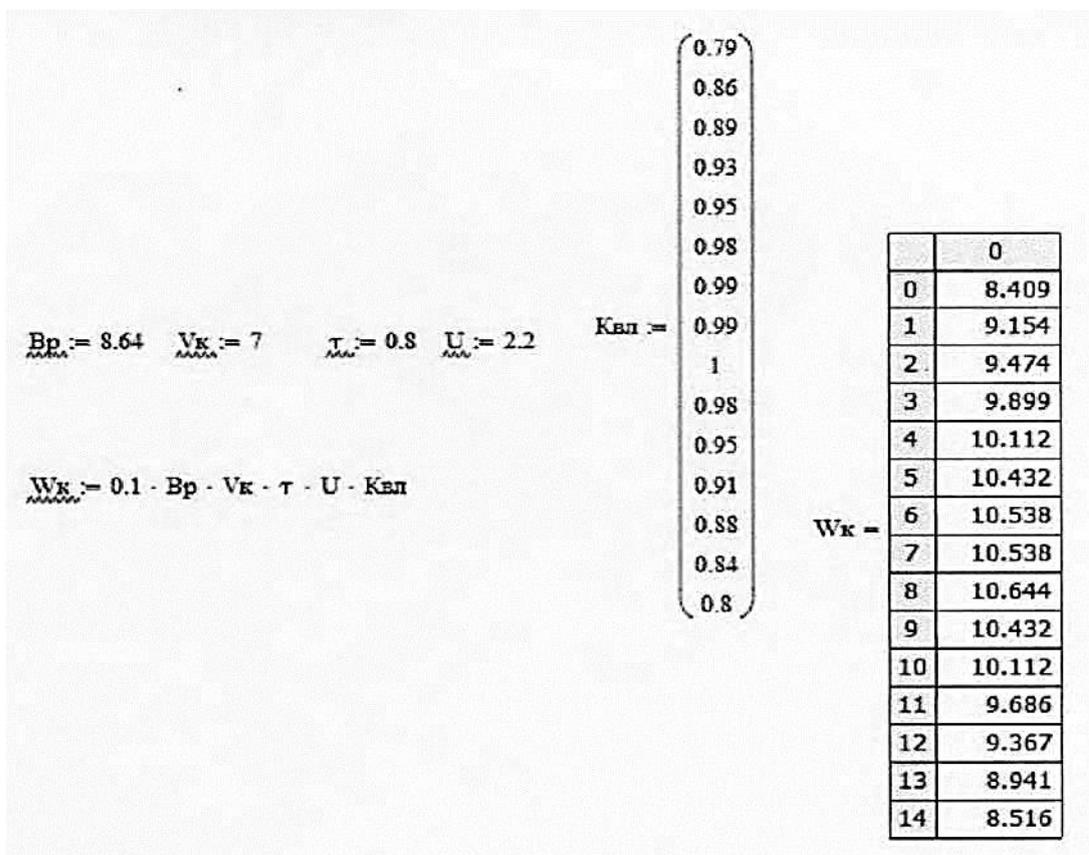


Рис. 3.2 - Продуктивність комбайнів протягом доби (W_k)

Основною перевагою даного розрахунку є оптимальна узгодженість комбайнів і автомобілів протягом всього робочого часу.

Існуючі офіційні дані не включають безліч змінюваних факторів, і застосовуються як середні значення в розрахунках. На рисунку 3.3 відображений графік, що відображає незгодженість двох ланок збиральної лінії.

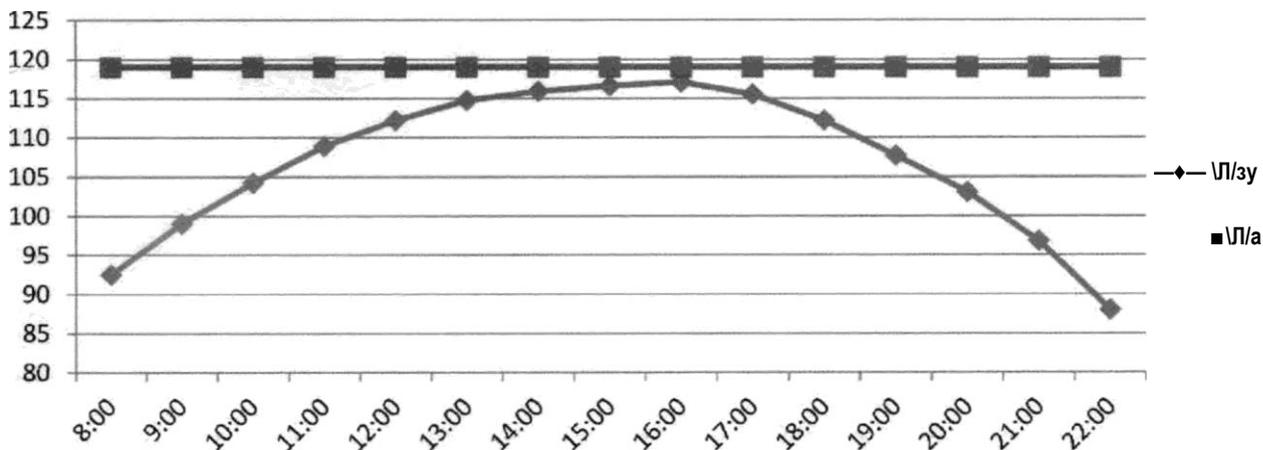


Рис. 3.3 - Продуктивність збиральної лінії

Виходячи з наведених даних видно, що в ранкові та вечірні години транспорт схильний непродуктивних простоїв. На рисунку 3.4 відображена частка простоїв транспорту, без урахування КВЛ:

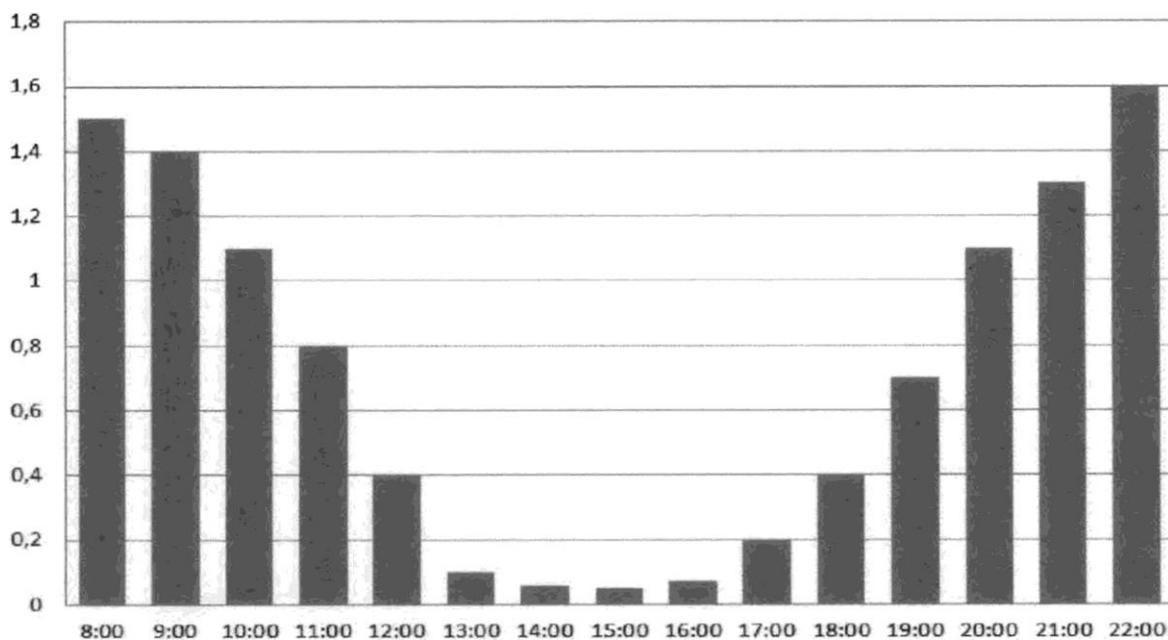


Рис. 3.4 - Частка простоїв транспортних засобів

Виходячи з даних графіка, можна визначити, що простої транспорту досягають максимальних показників в період раннього ранку і пізнього вечора.

Вважаємо витрати на простої транспортних засобів Z_{na} на добу, без урахування КВЛ.

На рисунку 3.5 відображені витрати на простої транспортних засобів з

урахуванням запропонованої методики і без її обліку.

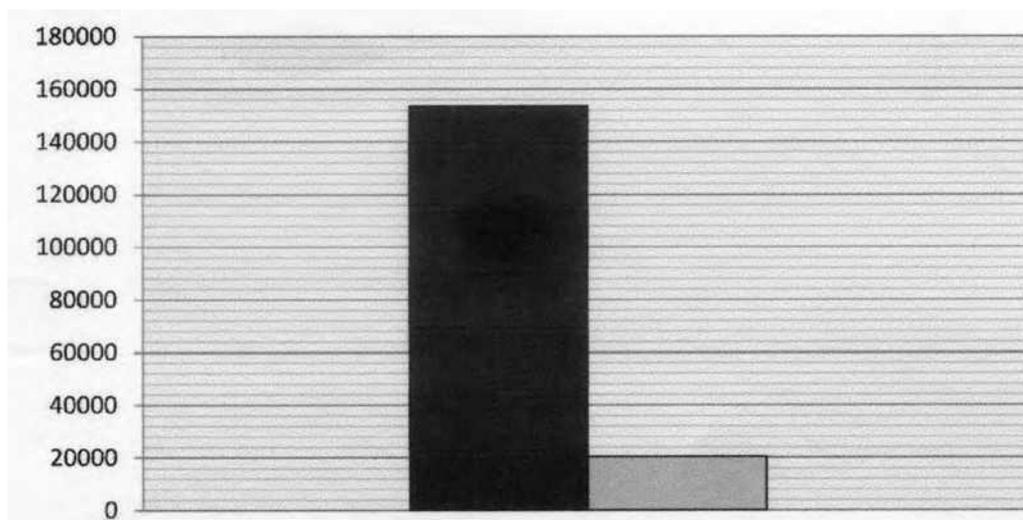


Рис. 3.5 - Витрати на простої транспортних засобів

Виходячи з вищенаведених розрахунків можна відзначити, що оптимізуючи співвідношення продуктивності транспортних засобів і зернозбиральної техніки можна домогтися зниження непродуктивних простоїв.

У методиці, затвердженій Постановою КМУ №885 від 12.07.2004 року [5], збитки від простою сільськогосподарських машин визначаються на рівні втраченої продукції внаслідок затримки технологічної операції, як упущеної вигоди, тобто недобору продукції рослинництва чи тваринництва, що визначається нормативами.

На нашу думку збитки споживача від простою техніки не обмежуються втраченою продукцією і мають включати в себе ряд витрат, що були спричинені затримкою виконання необхідного обсягу робіт. Так, наприклад, несвоєчасно проведена оранка може вимагати виконання додаткових технологічних операцій для доведення ґрунту до оптимального технологічного стану (дискування, культивування, боронування тощо). Недобір врожаю може тягнути за собою невиконання форвардних договорів і контрактів та виплату штрафних санкцій.

Аналогічні негативні наслідки матиме невиконання договорів про надання робіт і послуг сільськогосподарської техніки через несправність останньої і т.д. У таких випадках сільськогосподарські підприємства вимушені форсувати виконання певних робіт, щоб уникнути серйозних наслідків.

Залучення сторонніх організацій для виконання технологічних операцій (у випадку неможливості їх вчасного виконання власними силами через непрацездатну техніку) може спричинити збільшення витрат обігових коштів господарства. Якщо виникла потреба залучити кредитні ресурси, то плата за кредит (відсотки) теж включається у додаткові витрати і т.д.

Тому нижче наводимо класифікацію економічних збитків, які необхідно враховувати для визначення справедливого розміру компенсації втрат від простою сільськогосподарської техніки та обладнання (табл.3.1).

Відповідно до конкретного випадку власник сільськогосподарської техніки може зазнати кілька видів збитків, у такому разі вони обчислюються за кожним видом окремо, після чого підсумовуються. Механізм розрахунку економічного збитку від простою гарантійної сільськогосподарської техніки відображається такою формулою:

$$Z_{ув} = \sum_{k=1}^n k \cdot Z_{мв} \quad (3.1)$$

Таблиця 3.1 - Класифікація економічних збитків від простою техніки, та джерела їх відшкодування

Зміст збитків	Причина виникнення (<i>i, j, g</i>)	Джерела відшкодування	Методи визначення
Упущена вигода ($Z_{ув}$)	Зниження продуктивності	Прибуток	Прямий розрахунок
	Зниження якості сільгосппродукції	Прибуток	Прямий розрахунок
	Невиконання договірних поставок сільгосппродукції за обсягами та якістю	Прибуток	Штрафні санкції
Матеріальні втрати ($Z_{мв}$)	Невиконання договірних зобов'язань за строками поставки сільгосппродукції чи надання послуг	Прибуток	Штрафні санкції
	Форсування виконання механізованих робіт	Заробітна плата	Дані обліку

Зміст збитків	Причина виникнення (<i>i, j, g</i>)	Джерела відшкодування	Методи визначення
	Форсування робіт або виконання додаткових технологічних операцій, залучення сторонніх організацій	Собівартість	Договірні зобов'язання
	Виконання додаткових технологічних операцій для усунення недоліків виконаних робіт	Собівартість	Дані обліку
	Залучення кредитних коштів	Прибуток	Відсотки за кредит
Непродуктивні втрати ($Z_{нв}$)	Простої робітників	Заробітна плата	Дані обліку
	Вартість утримання техніки, що простоювала	Фонд споживання	Дані обліку

Обсяги матеріальних ($Z_{мв}$) та непродуктивних ($Z_{нв}$) втрат щодо кожного виду (*j, g*) встановлюються за фактичними даними бухгалтерського обліку господарства.

Упущена вигода ($Z_{ув}$) від зниження продуктивності сільськогосподарських культур внаслідок несвоєчасного виконання певних технологічних операцій визначається як вартість втраченого врожаю за одну добу простою за формулою:

$$Z_{ув} = Y \cdot K_{в\text{у}} \cdot t_{н} \cdot П \cdot Ц, \quad (3.2)$$

де, Y - урожайність сільськогосподарської культури, т/га; Σ

$K_{в\text{у}}$ - коефіцієнт втрати урожаю сільськогосподарської культури внаслідок затримки певної технологічної операції на одну добу;

$t_{н}$ - нормативна тривалість робочого дня агрегату прийнята в господарстві, год. на добу;

$П$ - продуктивність агрегату, га/год;

$Ц$ - середня оптова ціна цього виду продукції в регіоні, грн. за тону.

Недоотриманий прибуток як результат зниження якості виробленої продукції через несвоєчасне виконання технологічних операцій внаслідок простою техніки визначається виходячи із розміру зменшення вартості продукції через зниження ціни реалізації.

Штрафні санкції за невиконання договірних зобов'язань як упущена вигода власника техніки враховуються у розмірі фактично сплаченої неустойки, пені, штрафів, що передбачені умовами договору.

3.2. Розробка математичної моделі транспортних процесів при збиранні зернових

Основною ланкою в математичній моделі є визначення продуктивності групи комбайнів, циклічності заповнення бункера комбайна зерном ячменю та довжина гону для заповнення бункера зерном ячменю.

Продуктивність одиничного комбайна визначається за виразом [26-30]:

$$W_{ki} = 0,1 \cdot B \cdot V_k \cdot Q \cdot K_{cm}; \frac{m}{год} \quad (3.3)$$

де 0,1 – переводний коефіцієнт в систему СІ;

B – ширина захвату жнивarki, м;

V_k – робоча швидкість руху комбайна, км/год;

Q – урожайність, дорівнює 4-6 т/га;

K_{cm} – коефіцієнт використання робочого часу, дорівнює 0,75;

Сумарна продуктивність комбайнів дорівнює [26-30]:

$$W_k = \sum_{i=1}^{N_k} W_{ki}; \frac{m}{год} \quad (3.4)$$

де N_k – кількість комбайнів у групі.

Час заповнення бункера комбайна зерном визначимо за виразом:

$$t_3 = \frac{V_b \cdot g_{зв}}{1,8 \cdot q_k}; \frac{m}{год} \quad (3.5)$$

де V_b – об'єм бункера комбайна, м³;

$g_{зв}$ – щільність зернового вороху (зерно + домішки), т/м³;

q_k – пропускна здатність комбайна, кг/сек.

Час робочого циклу комбайну складатиме час t_3 і час вивантаження бункера комбайну в транспортний засіб [26-30]:

$$t_{цк} = t_3 + t_{вк}; \quad \text{год}, \quad (3.6)$$

де $t_{вк}$ – час вивантаження зерна ячменю комбайном у транспортний засіб, який дорівнює 0,1 години.

Довжину шляху, який проходить комбайн до повного заповнення бункера (довжина гону), визначимо за формулою:

$$l_2 = 2 \cdot \sqrt{\frac{V_0 \cdot g_{зс} \cdot K_3}{Q}}, \quad \text{км}, \quad (3.7)$$

де K_3 – коефіцієнт заповнення бункера комбайна зерном, дорівнює 0,9.

Під час роботи групи комбайнів, що складається з кількості N_k , робочий цикл групи комбайнів, з урахуванням формули (3.6), розраховується за виразом:

$$T_{цк} = t_{цк}(N_k - 1); \quad \text{год} \quad (3.8)$$

Продуктивність одиничного транспортного засобу, який призначений для вивезення ячменю від краю поля до місця зберігання, залежить від низки факторів і визначається за виразом [26-30]:

$$W_{мзі} = \frac{q_n \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{мтз}}{(l_{зр} + V_{мтз} \cdot \beta \cdot t_{н-р})}; \quad \frac{т}{\text{год}} \quad (3.9)$$

де q_n – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$$\gamma = \frac{q_{ф}}{q_n}, \quad (3.10)$$

де $q_{ф}$ – фактична вантажопідйомність транспортного засобу, т;

β – коефіцієнт використання пробігу, визначається за виразом:

$$\beta = \frac{l_{зр}}{l_{заг}} \quad (3.11)$$

де $l_{зр}$ – пробіг транспортного засобу з вантажем, км;

$l_{заг}$ – загальний пробіг транспортного засобу (холостий пробіг), км; $V_{мтз}$ – технічна швидкість транспортного засобу, км/год.;

$t_{н-р}$ – час простою транспортного засобу під навантаженням і розвантаженням, год.

Час робочого циклу одиничного транспортного засобу можна визначити за виразом:

$$t_{цмз} = \frac{q_{\phi}}{q_{\delta}} \cdot t_3 + t_{ван} + t_{н-р} + t_{ное} ; год, \quad (3.12)$$

де t_3 – час заповнення бункера, год;

q_{δ} – вантажопідйомність бункера комбайна визначається як:

$$q_{\delta} = V_{\delta} \cdot g_{зв} \cdot K_3 ; т. \quad (3.13)$$

$t_{ван}$ – час руху транспортного засобу з вантажем;

$$t_{ван} = \frac{l_{ван}}{V_{мтз}} ; год, \quad (3.14)$$

$t_{ное}$ – час повернення транспортного засобу;

$$t_{ное} = \frac{l_x}{V_{мтз}} ; год, \quad (3.15)$$

де l_x – відстань холостого пробігу, км.

Для забезпечення рівності між продуктивністю групи комбайнів та транспортними засобами можна розрахувати кількість транспортних засобів:

$$N_{мз} = \frac{W_k}{W_{мзі}}, \quad (3.16)$$

Продуктивність групи транспортних засобів можна визначити за формулою:

$$W_{мз} = \sum_{i=1}^{N_{мз}} W_{мзі} ; \frac{т}{год}. \quad (3.17)$$

Робочий цикл групи транспортних засобів у технологічному процесі можна визначити за виразом:

$$T_{цмз} = t_{цмз} \cdot (T_{мз} - 1). \quad (3.18)$$

Питомі затрати на перевезення ячменю від зернозбирального комбайну до краю поля за один цикл перевезення для одного транспортного засобу можна визначити за формулою [26-30]:

$$, \quad Z_{мзі} = \frac{l_{заз} \cdot K \cdot П}{\gamma \cdot q_{\phi}} + \frac{Z_n + A_{мз} + Z_{мз} + Z_{тн}}{P} ; \frac{грн}{т} \quad (3.19)$$

де K – вартість 1 кг паливо-мастильних матеріалів, грн/кг;

$П$ – витрата паливо-мастильних матеріалів на 1 км пробігу, кг;

Z_n – заробітна плата водія за збиральний період, грн;

$A_{mз}$ – амортизація транспортного засобу за збиральний період, грн;

$З_{mз}$ – затрати на технічне обслуговування транспортного засобу за збиральний період, грн;

$З_{ін}$ – інші витрати, грн;

P – сумарна маса перевезеного вантажу за весь збиральний період, т.

Сумарні затрати на перевезення зерна групою автомобілів визначимо за формулою [26-30]:

$$З_{mз} = \sum_{i=1}^{N_{mз}} З_{mзi}; \quad (3.20)$$

Для визначення продуктивності причепа-перевантажувача, який є проміжним транспортним засобом між групою комбайнів та знеособленою групою транспортних засобів, перепишемо формулу (3.9) у вигляді [26-30]:

$$W_{nni} = \frac{q_{nn} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot t_{н-р}}{(l_2 + V_m \cdot \beta \cdot t_{н-р})}; \quad \frac{м}{год} \quad (3.21)$$

Час навантаження і розвантаження причепа-перевантажувача визначається з технічних характеристик комбайна та причепа-перевантажувача.

На підставі формули (3.21) з урахуванням, що:

$$W_k = W_{nni},$$

можна отримати вираз для визначення об'єму причепа-перевантажувача:

$$V_{nni} = \frac{W_k \cdot (l_2 + V_2 \cdot \beta \cdot t_{н-р})}{g_{зс} \cdot K_2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_m}; \quad M^3. \quad (3.22)$$

Питомі витрати на перевалку зерна за допомогою причепа-перевантажувача від зернозбиральних комбайнів до краю поля до автомобілів виразимо за допомогою формули (3.19):

$$З_{nni} = \frac{l_2 \cdot K \cdot \Pi}{V_{nni} \cdot g_{зс} \cdot K_2 \cdot \gamma} + \frac{З_{н} + A_{nn} + З_{nn} + З_{ін}}{P}; \quad \frac{грн}{т}, \quad (3.23)$$

де A_{nn} та $З_{nn}$ – амортизаційні затрати та затрати на технічне обслуговування причепа-перевантажувача за збиральний період, грн.

Якщо у транспортному процесі використовується декілька причепів-перевантажувачів, то їхня сумарна продуктивність визначається як

$$W_{nn} = \sum_{i=1}^{N_{nn}} W_{nni}; \quad \frac{м}{час}. \quad (3.24)$$

Сумарні витрати на використання групи причепів-перевантажувачів визначаються як:

$$Z_{mn} = \sum_{i=1}^{N_{mi}} Z_{mi} \cdot \frac{g_{pi}}{m} \quad (3.25)$$

Складена математична модель дозволяє визначити оптимальну кількість бункерів перевантажувачів враховуючи безліч чинників, що впливають на роботу збирально-транспортної ланки.

Висновок. Розроблені методичні підходи до розрахунку збитків від простою гарантійної сільськогосподарської техніки та обладнання більш повно відображають зміст економічних збитків власників та споживачів техніки, враховуючи не лише зниження продуктивності чи якості виробництва, а й ряд матеріальних та непродуктивних втрат, які є прямим наслідком простою машин.

Після проведення основних розрахунків обчислюються витрати на простий вантажних автомобілів і витрати на резерв вантажно-розвантажувальних механізмів в залежності від кількості прийомних каналів.

Мета даного розділу - розрахунок параметрів використовуваного комплексу і обчислення економічного ефекту від впровадження математичного моделювання на підприємстві при плануванні відвантажень.

4 БЕЗПЕКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНА І РОБІТ НА ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

При виконанні перевезення зернових культур - необхідно дотримуватися ряду спеціальних рекомендацій. Законодавчі норми і акти прямо регулюють способи перевезення та типи автотранспортних засобів, для виконання подібних технологічних операцій з додаванням параметрів муніципального нагляду, санітарно-технічних стандартів і т.д. Головна умова - перевезення повинно здійснюватися в адаптованій техніці доброякісно, безпечно, без зміни основних характеристик вихідної сировини, відповідно до умов пожежної безпеки. Використання відповідного рухомого складу для перевезення зернових культур, є одним з основних гарантів збереження якості продукції під час перевезення. Якщо під час перевезення продукція піддається впливу опадів, продукція втрачає свої властивості і значно скорочує тривалість терміну зберігання.

4.1 Безпека перевезення зерна

В першу чергу про правила перевезення зерна викладено в Постанові Уряду "Про обов'язкові вимоги щодо окремих видів продукції і пов'язаних з вимогами до її процесів проектування, виробництва і транспортування, розділ Технічний регламент "Вимоги до безпеки зерна".

Виробництво зерна здійснюється науково обґрунтованими і рекомендованими способами, що забезпечують екологічну та фіто санітарну безпеку, збереження і відтворення родючості земель сільськогосподарського призначення, що виключають або обмежують несприятливий вплив на навколишнє середовище [1].

При виробництві зерна повинні:

1) дотримуватися діючі норми, нормативи, правила проведення агротехнічних, агрохімічних, меліоративних, фіто санітарних та протиерозійних заходів;

2) використовуватися насіння, в яких відсутні шкідники, збудники хвороб

рослин і бур'яни, що мають карантинне значення;

3) застосовуватися пестициди (отрутохімікати), що пройшли державну реєстрацію в Україні.

Пестициди (отрутохімікати) і добрива, що використовуються при виробництві зерна, повинні відповідати вимогам законодавства України про безпеку хімічної продукції. Запобігання накопичення токсичних речовин в зерні забезпечується дотриманням вимог щодо застосування добрив і пестицидів (терміни, способи, дози і кратність внесення і обробок).

Технічний стан автотранспорту, сільськогосподарської техніки, машин і обладнання по застосуванню добрив і засобів захисту рослин, порядок їх експлуатації повинні відповідати вимогам законодавства в області безпеки машин та устаткування.

В процесі виробництва зерна необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки відповідно до законодавства України в галузі пожежної безпеки.

Технологічний процес обробки зерна на зерносховищах повинен бути організований на базі застосування технологічних ліній, що забезпечують потокове механізоване проведення всіх операцій із зерном.

Поточна технологічна лінія повинна передбачати наступну послідовність операцій:

- зважування зерна, що надходить;
- механізована розвантаження зерна;
- попереднє очищення зерна на ворохоочиснику;
- тимчасове розміщення сирого зерна;
- сушка сирого і вологого зерна;
- очищення зерна на сепараторах;
- очищення зерна в трієрах і на інших зерноочисних машинах;
- зважування очищеного зерна і відходів;
- розміщення обробленого зерна в зерносховищах.

З моменту надходження зерна на зерносховищі протягом всього періоду його зберігання здійснюється систематичне спостереження за якістю і станом

кожної партії зерна. Спостереження повинні вестися за вологістю, температурою, зараженістю шкідниками, запахом і кольором зерна.

Транспортування зерна здійснюється в умовах, що забезпечують безпеку і збереження зерна. Зерно транспортується в сухих, чистих, без стороннього запаху, не заражених шкідниками транспортних засобах.

Автотранспортні засоби для перевезення зерна повинні бути технічно справними, чистими, без стороннього запаху. Для запобігання зерна від псування під впливом атмосферних опадів і запобігання втрат перевізники повинні забезпечувати ущільнення в місцях з'єднання підлоги та бортів кузовів.

У разі виявлення зараженості карантинними об'єктами заражене зерно підлягає знезараженню, переробці, знищенню або поверненню (у разі імпорту) відповідно до вимог законодавства про карантин рослин.

На транспортні засоби, зайняті в перевезенні зерна, оформляються санітарні паспорти в порядку, встановленому уповноваженим органом в галузі охорони здоров'я.

При реалізації зерна вміст вологи в зерні не повинен перевищувати максимально допустимий рівень значень: для пшениці, жита, ячменю, рису, гречки, тритікали - не більше 14,5%; кукурудзи, проса, вівса, сорго - не більше 13,5%; гороху, квасолі, сочевиці, нуту - не більше 15,0%; насіння соняшнику, ріпаку, рицини - не більше 7,0%; насіння бавовнику - не більше 8,5%; насіння льняного, кунжуту, арахісу - не більше 9,0%; сафлору - не більше 10%; гірчиці, маку - не більше 11%; сої, конопель - не більше 12%.

Зміст потенційно небезпечних хімічних сполук і біологічних об'єктів, залишкових кількостей пестицидів і домішок в зерні не повинен перевищувати максимально допустимий рівень значень, зазначених в додатку 3 до цього Технічного регламенту.

Не допускається наявність в зерні живих шкідників відповідно до переліку. Зерно повинно бути здоровим, сухим, чистим, без сторонніх запахів і без ознак самозігрівання. Зерно, призначене на насінневі цілі і піддане передпосівної обробки протруйниками, не може бути використано на продовольчі цілі.

Технологічні засоби надсилаються на докладний технічний огляд з метою виявлення різних несправностей, які прямо зможуть викликати втрату будь-якого обсягу переноситься врожаю сільськогосподарських культур.

Одночасно пильну увагу звертають застосування гальмівної й рульової апаратури, постачання освітленості. Технічні здатності приготованого автотранспорту повинні гарантувати великий запас ходу.

Перед завантаженням автотранспортного засобу для перевезення зерна потрібно неодмінно брати до уваги питому вагу продукту, так як зерновози розташовують бортами з різного по щільності виду матеріалу. Чим більше питома маса фрахтової продукції, тим компактніше необхідно відбирати бортовий матеріал.

По завершенні зернозбиральних робіт необхідно очистити комбайн, а так само транспортний засіб від пилу, бруду і залишків зерна, привести в порядок робоче місце комбайнера або водія, поставити використовувані на прибиранні транспортні засоби на місце стоянки, у комбайна опустити жатку, загальмувати комбайн і під колеса покласти упори.

При нічний стоянці комбайнів, необхідно забезпечити площа стоянки таку, щоб відстань між комбайнами було не менше 10 м. Водіям в перезміну необхідно повідомляти про технічний стан використовуваних транспортних засобів, їх особливості, а так само про особливості рельєфу території збирання.

Під час здійснення збирання водіям транспортних засобів необхідно мати засоби індивідуального захисту, а так само покладені з техніки безпеки засоби для використовуваних транспортних засобів.

При виникненні пожежі на збиральних площах необхідно повідомити в відповідні служби, до приїзду робити покоси на деякій відстані від кромки вогню. При загорянні комбайна необхідно зупинити агрегат, заглушити двигун і, використовуючи вогнегасники, пісок та інші засоби, приступити до гасіння.

При необхідності заміни колеса слід загальмувати комбайн, встановити під колеса проти відкатні башмаки. У спеціально позначених місцях встановити домкрат, використовуючи міцні дерев'яні підкладки. При монтуванні коліс

забороняється накачувати шини, поки не проведена повна затяжка всіх болтів кріплення дисків. Забороняється відкручувати гайки болтів кріплення дисків колеса, поки в шині є тиск.

При нещасному випадку на виробництві необхідно:

- вжити заходів щодо запобігання впливу травмуючих факторів на потерпілого, надання потерпілому першої допомоги, виклику на місце події медичних працівників або доставці потерпілого в організацію охорони здоров'я;
- повідомити про подію керівника робіт чи іншу посадовій особі наймача, забезпечити до початку розслідування збереження обстановки, якщо це можливо і не представляє небезпеки для життя і здоров'я людей.

При погіршенні метеорологічних умов (гроза, сильний дощ) слід припинити роботу, відійти від машин на 80 м і сховатися.

При падінні на комбайн (машину) електричного дроту тракторист-машиніст повинен негайно, не виходячи з кабіни, спробувати, якщо можливо, звільнитися від обірваного проводу шляхом просування машини.

При відсутності такої можливості комбайнер (водій) повинен залишитися в кабіні, негайно зупинити комбайн (машину) і сигналом тривоги залучити увагу найближчих працівників, які повинні повідомити про те, що трапилося організації, що експлуатує дану лінію (підприємству електричних мереж), і до прибуття аварійної бригади не вживати ніяких самостійних дій.

При загорянні агрегату в результаті падіння проводу або виникнення електричного розряду необхідно негайно покинути агрегат, але так, щоб не було одночасного дотику людини з машиною і землею, тобто зістрибнути на землю на обидві зімкнуті ноги, не тримаючись за машину, віддалятися від машини до зняття напруги можна тільки дрібними кроками, не відриваючи ніг одну від одної і від землі.

При виникненні дугового замикання на опорі повітряної лінії електропередачі, при обірваному дроті, що лежить на землі, не можна наближатися до опор і проводів на відстань менше 20 м. Роботу слід припинити, повідомити про те, що трапилося організації, що експлуатує дану лінію

(підприємству електричних мереж) і до появи аварійної бригади нічого не робити самостійно.

У всіх аварійних ситуаціях в зоні повітряної лінії електропередачі до прибуття спеціальної бригади необхідно вжити заходів для попередження можливого наближення людей до аварійної ділянки, машині.

При неможливості організувати охорону необхідно зняти з найближчих опор плакати, що попереджають про поразку електрострумом, і зміцнити їх поблизу (до 20 м) аварійної ділянки (машини) з декількох сторін.

4.2 Охорона праці на автомобільному транспорті

Нормальна тривалість робочого часу водіїв не може перевищувати 40 годин на тиждень. Для водіїв, які працюють за календарем п'ятиденного робочого тижня з двома вихідними днями, нормальна тривалість щоденної роботи (зміни) не може перевищувати 8 годин, а для працюючих за календарем шестиденного робочого тижня з одним вихідним вдень - 7 годин [1].

Перерва між двома частинами робочого дня встановлюється не пізніше як через 4 години після початку роботи. Час керування автомобілем протягом періоду щоденної роботи (Зміни) не може перевищувати 9 годин, а під час перевезення великогазових, довгомірних і великогабаритних вантажів не може перевищувати 8 годин.

При підсумованому обліку робочого часу час керування автомобілем в період щоденної роботи (зміни) може бути збільшена до 10 годин, але не більше двох разів на тиждень. При цьому сумарна тривалість управління автомобілем за два тижні поспіль не може перевищувати 90 годин.

При встановленій графіком змінності тривалості щоденної роботи (зміни) більше 8 годин водію можуть надаватися дві перерви для відпочинку та харчування загальною тривалістю не більше 2 годин і не менше 30 хвилин [1].

Тривалість щоденного (міжзмінного) відпочинку разом зі часом перерви для відпочинку і харчування повинна бути не менше подвійної тривалості часу

роботи в попередній відпочинку робочий день (Зміну).

При підсумованому обліку робочого часу тривалість щоденного (Міжзмінного) відпочинку повинна бути не менше 12 годин.

Щотижневий безперервний відпочинок повинен безпосередньо передувати або безпосередньо слідувати за щоденним (міжзмінного) відпочинку, і його тривалість повинна становити не менше 42 годин.

Номенклатура, кількість і періодичність видачі засобів індивідуального захисту працюючим визначаються на підставі Технічного регламенту Митного союзу «Про безпеку засобів індивідуального захисту », наказів Міністерства охорони здоров'я і соціального розвитку України по галузям економіки, наприклад, наказу Міністерства охорони здоров'я та соціального розвитку України «Про затвердження Типових норм безплатної видачі сертифікованих спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам наскрізних професій і посад усіх галузей економіки, зайнятим на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, виконуваних в особливих температурних умовах або пов'язаних із забрудненням »[1].

Порядок забезпечення і експлуатації засобів індивідуального захисту визначається Міжгалузевими правилами забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я і соціального розвитку України.

Виробничий контроль за дотриманням санітарних правил і виконанням санітарно-протиепідемічних (профілактичних) заходів регламентується і проводиться юридичними особами та індивідуальними підприємцями відповідно до здійснюваної ними діяльності, щодо забезпечення контролю за дотриманням санітарних правил і гігієнічних нормативів, виконанням санітарно протіоепідемічних (Профілактичних) заходів.

Роботодавець повинен повідомити про кожний нещасний випадок в організації в державну інспекцію праці, прокуратуру, до органу місцевого

самоврядування, територіальний орган нагляду і контролю у встановленій сфері діяльності, виконавчий орган страховика, при груповому нещасний випадок, важкий нещасний випадок або нещасний випадок із смертельним результатом роботодавець протягом доби також зобов'язаний направити повідомлення до відповідного територіального об'єднання організацій профспілок.

Висновки. У розділі представлені норми, необхідні для дотримання при транспортуванні зернової продукції. Розглянуто нормативно-правові акти регулюють діяльність перевезення зерна. Визначено умови, необхідні до дотримання.

Так само в розділі дано уявлення про основні джерела небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, характер їх впливу на людини і гранично-допустимі рівні цього впливу. Описано методи та засоби захисту людини, створення комфортних умов в робочій зоні; основні причини травмування на виробництві; організаційні, законодавчі та економічні методи управління охороною праці.

Розглянуто проблеми збереження здоров'я і забезпечення безпеки працівників; положення з нових правових актів, затверджених органами законодавчої влади; матеріали з міжгалузевих і галузевих нормативних і регламентуючих документів, якими в даний час забезпечується правова, соціально-економічна, організаційно-технічний, санітарно-гігієнічний та лікувально-профілактичний захист працівників. Особливу увагу приділено питанням охорони праці для специфічних умов функціонування об'єктів автомобільного транспорту, а саме під час перевезення зерна.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

При визначенні економічної ефективності збирально-транспортних комплексів весь розрахунок зводиться до визначення собівартості продукції. Для прикладу проведемо розрахунок собівартості зерна для різних схем збирання.

5.1 Собівартість транспортно-технологічного процесу із застосуванням бункерів перевантажувачів

Оцінку роботи машинних агрегатів, що виконують транспортно-технологічний процес проводимо за показниками прямих експлуатаційних витрат коштів на 1 тону зерна - собівартості збирання та перевезення.

Прямі експлуатаційні затрати коштів на одиницю виконаної роботи розраховують на кожній окремій операції для кожного з можливих машинних агрегатів.

Собівартість при збиранні зерна $S_{ЗК}$ із застосуванням бункерів-перевантажувачів визначається як сума прямих експлуатаційних затрат: на збирання зерна комбайнами S_K та на перевезення зерна тракторним причепом-перевантажувачем з трактором - $S_{П}$ і собівартості S_A перевезення автомобілями:

$$S_{ЗК} = S_K + S_{П} + S_A, \text{ грн./т.} \quad (5.1)$$

$$S_{ЗК} = S_K + S_{П} + S_A = 462 + 108 + 271,1 = 841,1 \text{ грн/т,}$$

Сума прямих експлуатаційних затрат на збирання зерна S_K визначається за формулою

$$S_K = C_{1к} + C_{2к} + C_{3к} = 122 + 341 + 0,09 = 482, \text{ грн./т,} \quad (5.2)$$

де $C_{1к}$ – основна і додаткова зарплата комбайнерів з відрахуваннями на соціальні заходи, що визначаються коефіцієнтом K_c , (коефіцієнт $K_c =$

0,37); віднесена до 1 т. зерна;

$C_{3к}$ - відрахування на амортизацію, капітальний та поточний ремонт і ТО комбайна

Сума прямих експлуатаційних затрат на перевезення зерна транспортним тракторним агрегатом, визначається за формулою

$$S_{II} = C_{1n} + C_{2n} + C_{3n} + C_{4n} = 10,7 + 0,08 + 0,00026 + 0,00049 = 10,8 \text{ грн/т}, \quad (5.3)$$

Основна і додаткова зарплата з відрахуваннями на соціальні заходи, що віднесена до 1 т зерна:

$$C_{1n} = C_{13п} / m_{КЗМ} = 300 / 28 = 10,7, \text{ грн/т}, \quad (5.4)$$

де $C_{13п}$ – основна і додаткова зарплата за зміну комбайнеру (трактористу) з відрахуваннями на соціальні заходи, що визначаються коефіцієнтом $K_c=0,37$;

C_{3n} - відрахування на амортизацію, капітальний та поточний ремонт і ТО трактора:

C_{4n} - відрахування на амортизацію, капітальний та поточний ремонт і ТО бункера-перевантажувача.

Собівартість перевезень зерна автомобілем-самоскидом при застосуванні бункера-перевантажувача:

$$S_A = \frac{l_{ij}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} \cdot \left(C_{3B} + \frac{C_{CB}}{\nu_T} \right) + \frac{C_{CB} t_{HP}}{q \cdot \gamma} = \frac{6}{2,25 \cdot 1,0 \cdot 0,5} \cdot \left(5,02 + \frac{3,12}{41,2} \right) + \frac{3,12 \cdot 0,06}{2,25 \cdot 1,0} = 27,11 \quad (5.5)$$

де l_{ij} — відстань перевезення вантажу, км; t_{HP} — час простою транспортного засобу під навантаженням і розвантаженням протягом однієї їздки, год.; C_{3B} - змінні витрати; γ — статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу; C_{CB} – сума сталих витрат у розрахунку на 1 год. перебування автомобіля на лінії, грн. .

Змінні витрати C_{3B} , грн., визначають за формулою:

$$C_{3B} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 4,99 + 0,027 + 0,002 + 0,0045 = 5,02 \text{ грн./км}, \quad (5.6)$$

Вартість пально-мастильних матеріалів становить:

$$C_1 = C_k G_{n.з.м.} / l_{з.м.} = 20 \cdot 76,92 / 154 = 4,99, \text{ грн./км}, \quad (5.7)$$

де $G_{n.з.м.}$ - витрата пального за зміну для автомобіля-самоскида, л;

$l_{з.м.}$ — пробіг автомобіля за зміну, км.

$$G_{n.з.м.} = \frac{g_{км}}{100} \left(\frac{l_{ij} n_i}{\beta} + 2L_{n.з.} \right) + 0,25 n_{Ц} = \frac{48}{100} \left(\frac{6 \cdot 12}{0,5} + 2 \cdot 5 \right) + 0,25 \cdot 12 = 76,92, \text{ л} \quad (5.8)$$

де $g_{км}$ – норма витрат пального відповідно на 100 км; l_{ij} – відстань перевезення вантажу за їздку; $L_{n.з.}$ – відстань від гаража до місця завантаження, яке дорівнює відстані від місця розвантаження до гаража (нульовий пробіг 5 км); $n_{Ц}$ - кількість циклів (їздок) одного АТЗ за зміну визначається при умові, що його вантажопідйомність дорівнює вантажопідйомності бункера-перевантажувача:

$$n_{Ц} = \text{CEILING} \frac{m_K W_K T_{з.м.} K_{з.м.}}{\omega_K d_B \rho_{II} n_A} = \frac{13 \cdot 3,5 \cdot 8 \cdot 1,5}{3 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 21} = 12 \text{ циклів} \quad (5.9)$$

Пробіг автомобіля за 1 зміну визначається як:

$$l_{з.м.} = l_{ij} n_i / \beta + 2L_{n.з.}, \text{ км} \quad (5.10)$$

$$l_{з.м.} = \frac{6 \cdot 12}{0,5} + 2 \cdot 5 = 154 \text{ км}$$

Витрати на відновлення і ремонт шин (у грн. на 1 км пробігу) визначають за формулою:

$$C_2 = \frac{\alpha_{ш} B_{кш} n_{ш}}{10^5} = \frac{1,6 \cdot 4420 \cdot 4}{10^5} = 27, \text{ грн./км} \quad (5.11)$$

де: $\alpha_{ш} = 1,6\%$ - середня норма відрахувань на відновлення і ремонт шин на 1000 км пробігу до вартості одного комплекту (норми відрахувань на відновлення зносу і ремонт шин встановлені залежно від розміру шин, вантажопідйомності та колісної формули автомобілів)

$B_{кш}$ — середня балансова вартість одного комплекту шини - покришка, камера та обвідна стрічка (4420 грн.);

$n_{ш}$ — кількість шин на автомобілі (без запасних).

Амортизаційні відрахування на повне відновлення і капітальний ремонт автомобілів вантажопідйомністю понад 2 т визначають на основі норм,

встановлених у процентах від балансової вартості на 1000 км пробігу:

$$C_4 = \frac{(\alpha_{p.a} + \alpha_{к.а})B_a}{10^5} = \frac{(0,3+0,2)900}{10^5} = 0,0045 \text{ грн./км} \quad (5.12)$$

де: $\alpha_{p.a}$, $\alpha_{к.а}$ - норма амортизаційних відрахувань від балансової вартості автомобіля на 1000 км пробігу відповідно на повне відновлення (реновацію) і капітальний ремонт й дорівнює 0,3 і 0,2 %.

До сталих витрат, що не залежать від пробігу, відносять витрати на оплату праці водію і накладні витрати, непов'язані безпосередньо з роботою автомобіля. Ці витрати обчислюють на 1 год. перебування автомобіля на лінії за формулою:

$$\begin{aligned} C_{CB} &= Z + B + H = C'' W_{т.км} K_{кл} (1 + K_c + K_n) = \\ &= 98 \cdot 1,17 \cdot 1,2 (1 + 0,37 + 0,2) = 216 \text{ грн./т-км.} \end{aligned} \quad (5.13)$$

де: C_{CB} – сталі витрати, грн/год; Z – заробітна плата водія за 1 годину, яку визначають на основі відрядних розцінок за 1 т.км виконаної роботи та з урахуванням класу водіїв; B - нарахування на соцстрах; H – накладні витрати на оплату праці адміністративно-господарському персоналу з нарахуваннями, утримання будівель, виробничих приміщень і території, ремонт і утримання устаткування; $C'' = 0,98$ грн/т.км - тарифна ставка, що використовується для відрядних розцінок; $K_{кл}$ – коефіцієнт, що ураховує додаткову оплату праці за клас водія: для 1, 2 та 3 класу він дорівнює відповідно 1,2; 1,1 та 1,0 (приймаємо $K_{кл} = 1,2$); $K_c = 0,37$ - коефіцієнт, що ураховує нарахування на соцстрахування; $K_n = 0,2$ - коефіцієнт, що ураховує нарахування на накладні витрати; $W_{т.км}$ – продуктивність автомобіля в т.км за 1 год.

5.2 Розрахунок собівартості прямих перевезень зерна

Собівартість за прямим перевезенням зерна $S_{ПР}$ від зернозбиральних комбайнів визначається як сума прямих експлуатаційних затрат на збирання

зерна комбайнами S_K та перевезення зерна автомобілями S_A

$$S_{\text{ПР}} = S_K + S_A = 462 + 471,1 = 933,1 \text{ грн/т} \quad (5.14)$$

Сума прямих експлуатаційних затрат збирання зерна під час роботи комбайнів S_K з врахуванням іншого значення продуктивності комбайна W_K .

Собівартість прямих перевезень з використанням автомобілів розраховується за формулами аналогічно.

5.3 Розрахунок економічної ефективності

Основною часткою економічного ефекту застосування новітньої технології є підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів.

Розрахунок річної економічної ефективності виконується шляхом порівняння прямих експлуатаційних витрат (собівартості) за базової (прямі перевезення зерна) і досліджуємої технологіями стосовно комплексу машин, що розглядається. Річний економічний ефект дорівнює:

$$E = (S_{3K} - S_{\text{ПР}}) \cdot W_K T_{3M} D_P + \Delta E, = (84,11 - 73,31) \cdot 3,5 \cdot 8 \cdot 12 + 171,4 = 3800,2 \quad (5.15)$$

$$\text{де } \Delta E = \frac{C_K}{A} \Delta m_K = \frac{C_K}{A} \cdot \frac{Q_1 - Q_2}{Q_{2K}} = \frac{300}{21} \cdot \frac{65520 - 504}{504} = 171,4 \text{ грн/т} -$$

C_K – балансова вартість комбайна;

A – амортизаційний термін застосування комбайна (7 років);

Δm_K - умовний приріст кількості комбайнів за рахунок збільшення їх продуктивності;

Q_1, Q_2 – сезонний виробіток групи зернозбиральних комбайнів у варіанті із застосуванням бункера-перевантажувача і під час прямих перевезень;

Q_{2K} - сезонний виробіток одного зернозбирального комбайна під час прямих перевезень;

$$Q_1 = m_K W_K T_{3M} D_P K_{3M} = 13 \cdot 3,5 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 1,5 = 65520, m;$$

$$Q_{2K} = W_K T_{3M} D_P K_{3M} = 3,5 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 1,5 = 504, m.;$$

W_K – продуктивність зернозбиральних комбайнів під час прямих перевезень.

Економія, що віднесена до роботи одного збирально-транспортного комплексу, дорівнює

$$E_K = \frac{E}{m_K} = \frac{38002}{13} = 2923, \text{ грн/рік} \quad (5.16)$$

За результатами розрахунків визначили, що технологічна схема з перевантажуванням зерна є більш доцільною для виконання операції пов'язаних з перевезенням зерна.

Використовуючи бункера-перевантажувачі необхідно меншу кількість транспортних засобів ніж при прямому транспортуванню.

Висновок. Проведений аналіз ролі та місця транспорту в процесі збирання зернових дозволив встановити, що між групою комбайнів, які працюють на збиранні зерна, та транспортними засобами, які транспортують зерно до місця зберігання, існує знак рівності. У разі недотримання рівності будуть простояти або комбайнів, або транспорту, що знижує продуктивність збирально-транспортного комплексу та підвищує витрати на збирання урожаю.

Аналіз різних технологічних схем побудови роботи збирально-транспортного комплексу показав перспективність застосування різного роду компенсаторів (бункери, причепи, причепи-перевантажувачі), які є проміжною ланкою між комбайнами та транспортними засобами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Розглянуто особливості транспортування вантажів сільськогосподарського призначення, вплив напрямків вантажопотоків і їх сезонними коливаннями.

Розглянуто схеми роботи рухомого складу при перевезеннях зернових культур, плани роботи автотранспортних комплексів, вплив різних факторів на продуктивність.

Розглянуто технічне забезпечення перевезень зернових культур, з описом використовуваного для даних цілей типу рухомого складу.

Проведено аналіз існуючих досліджень в області оптимізації збирально-транспортних процесів в рослинництві. Виявлено переваги та недоліки існуючих знань. Виходячи з даного аналізу - сформована гіпотеза дослідження.

У роботі детально розглянуті науково-дослідні результати, про вплив кліматичних впливів на продуктивність зернозбирального комплексу. Наведено науково-дослідні результати, про вплив кліматичних впливів на продуктивність зернозбирального комплексу.

Відображені дані про вплив вологості зернової маси на продуктивність зернозбиральних машин. Відображено вплив вологості зерна на продуктивність комбайна. Запропоновано методика, яка в свою чергу враховує зміну добових показників вологості зерна, і відображає це на продуктивності комбайна.

Запропоновано використання поправочного коефіцієнта, який впливає на показник продуктивності прямо пропорційно - залежно від зміни вологості зерна.

На основі застосування запропонованої методики розрахунку представляється можливим підбирати склад збирально-транспортної ланки з урахуванням мінімізації простоїв техніки.

В рамках даної роботи - був досягнутий економічний ефект, за рахунок різниці витрат на транспортно-технологічні процеси, з урахуванням зміни добових показників, і розрахунку транспортних засобів, в рамках існуючих

методик.

Таким чином, при розрахунку збирально-транспортного комплексу необхідно враховувати змінюваний кліматичний фактор, а саме вологість зерна, впливає безпосередньо на ефективність виробничого процесу.

Проведений аналіз ролі та місця транспорту в процесі збирання зернових дозволив встановити, що між групою комбайнів, які працюють на збиранні зерна, та транспортними засобами, які транспортують зерно до місця зберігання, існує знак рівності. У разі недотримання рівності будуть простояти або комбайнів, або транспорту, що знижує продуктивність збирально-транспортного комплексу та підвищує витрати на збирання урожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформаційно-аналітичний збірник. Вип. 5 / заред. П. Т. Саблука Київ : ІАЕ УААН, 2012. 647 с.
2. Азізов С. П., Канівський П. К., Скупий В. М. Організація виробництва і аграрного бізнесу в сільськогосподарських підприємствах : підручник. Київ : ІАЕ, 2011. 834 с.
3. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : підручник Київ : ІЗМН, 2006. 512 с.
4. Аничин Л.М. Розподіл матеріальних ресурсів як факторів підвищення ефективності їх використання / Л. М. Аничин, М. Г. Дрощенко, М. Т. Лебідь, В. П. Філатов // Вісник ХДАУ. 2001. - № 5. 122-130.с.
5. Балабанова Л. В. Стратегічне маркетингове управління конкурентоспроможністю підприємств : навч. посіб. / Л. В. Балабанова, В. В. Холод. Київ : ВД «Професіонал», 2006. 448 с.
6. Бойко В. І. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / В. І. Бойко та ін., за ред. В. І. Бойка. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2008. 380 с.
7. Беглиця В. П. Ефективність використання автотранспорту в сільськогосподарському виробництві Миколаївської області / В. П. Беглиця / Економіка АПК. 2013. № 3. 73-77 с.
8. Березін О. В. Продовольчий ринок України: теоретико-методологічні засади формування і розвитку : монографія / О. В. Березін. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 184 с.
9. Буряк Р. І. Модель досконалості Європейського фонду управління якістю діяльності підприємств АПК / Р. І. Буряк / Науковий вісник НУБІП України. - 2009. - Вип. 142. Ч. 1. Режим доступу : http://www.nbnv.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_142_1/09bri.pdf.
10. Вергун М. Г. Транспортний процес в АПК: навч. посібник / М. Г. Вергун. - Житомир : Житомирський нац. агрокол. ун-т, 2009. 192 с.

11. Вергун М. Г. Проблеми розвитку сільського транспорту / М. Г. Вергун // Економіка АПК. - 2006. - № 10. 18-24 с.
12. Вергун М. Г. Транспортне забезпечення агропромислового виробництва / М. Г. Вергун / Економіка АПК. - 2011. - № 1. 19-23 с.
13. Ворожейкина Т. М. Логістика в АПК / Т. М. Ворожейкина, В. Д. Игнатов. Дніпро: Колос 2015. 184 с.
14. Воронянська О. В. Виробництво зерна у фермерських господарствах та його фінансове забезпечення Київ. Агросвіт. 2008. № 18. - 20-22 с.
15. Головчук А. Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. / А. Ф. Головчук, В. І. Марченко, В. Ф. Орлов. - 2003 - 2005. - Кн. 3: Машини сільськогосподарські. 2015. 576 с.
16. Голомша Н. Є. Сучасні методи оцінки конкурентоспроможності агропродовольчої продукції / Інноваційна економіка. Всеукраїнський науково-виробничий журнал. 2009. № 2. 102-106 с.
17. Губені Ю. Організація агробізнесу підприємництва Луцьк : ЛДАУ, 2008.- 65 с.
18. Должанський І. З. Конкурентоспроможність підприємства: навч. посіб. /. Должанський, Т. О. Загорна. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
19. Закон України «Про захист економічної конкуренції» // Відомості Верховної Ради України. 2010. - № 12. 64 с.
20. Закон України «Про фінансовий лізинг» (в редакції від 11.12.2003 р.) // Відомості Верховної Ради України. 2004. № 15. 231 с.
21. Казаков Є. Де ми втрачаємо зерно. Зерно і хліб. 2010. № 4. 39-40 с.
22. Мазур Н. А. Конкурентоспроможність виробництва сільськогосподарської продукції та основні напрями її підвищення / Н. А. Мазур, М. В. Місюк // Економіка АПК. 2007. № 2. 123-127 с.
23. Менеджмент і маркетинг : навч. посіб. / В. І. Перебийніс, Л. М. Бойко, В. Писаренко та ін.; за ред. В. І. Перебийніс. Полтава : ФОП Говоров В., 2007. 344 с.

24. Месель-Веселяк В. Я. Реформування сільськогосподарського виробництва в Україні. Вісник аграрної науки. 2008. № 9. 62-67 с.

25. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, С.П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. 51 с.

26. Методичні рекомендації для виконання та оформлення дипломної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Н7 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, Л.С. Шелудченко, С.М. Грушецький, Комарніцький С.П. За ред. В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. 52 с.

27. Миколенко І. Г. Ефективність виробництва, переробки та збуту зерна круп'яних культур в регіоні: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / І. Г. Миколенко. Харків : Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, 2009. 237 с.

28. Сідун В. А. Економіка підприємства: навч. посіб. / В. А. Сідун, Ю. В. Пономарьова. Київ : ЦНЛ, 2013. 436 с.

29. Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: практикум. Л. Ф. Скалецька, Т. М. Духовська, А. М. Сеньков. - Київ: Вища школа, 2014. 301 с.

30. Формування та функціонування ринку агропромислової продукції: практичний посібник / за ред. П. Т. Саблука. - Київ : ІАЕ, 2016. 556 с.

31. Фришев С. Г. Стан і сучасні тенденції розвитку транспортних засобів сільськогосподарського призначення. Режим доступу: www.gov.ua/portal/chem_biol/тааи/2009.. /09fsg.pdf

32. Щербинін А. В. Проблеми якості та енергомісткості виробництва і перевезення продукції / А. В. Щербинін, М. Н. Малиш, О. В. Перебийніс // Регіональні перспективи. 2001. - № 5-6. 29-31 с.

ДОДАТКИ

