

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Мехатронні системи та транспортні
технології

проф. _____ Анатолій ПАНЧЕНКО

“ _____ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЦИБУЛІ
ПІД ЧАС ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ ПРИВАТНИМ
ПІДПРИЄМСТВОМ "ПРИВАТНЕ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ
ПІДПРИЄМСТВО "ЧОЛЬ"**

ЗІМСД.111.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу 22 МБ АІ групи

Спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(цифр і назви спеціальності та ОПП)

_____ Віталій ЧЕРНИХ

Керівник професор

Консультант професор

Нормоконтроль ст. викл.

Рецензент

Мелітополь – 2021 рік

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаної літератури. Робота викладена на 74 сторінках машинописного тексту, містить 17 рисунків, 5 таблиць та бібліографію, що включає 36 найменувань.

Мета роботи - підвищення ефективності використання транспортних засобів шляхом вибору раціональної системи перевезень цибулі.

Об'єкт дослідження – транспортні процеси при перевезенні цибулі під час збирання врожаю.

Предмет дослідження – функціональні залежності, що описують процес перевезення цибулі під час збирання врожаю.

Між структурою системи перевезень цибулі під час збирання врожаю та ефективністю транспортного обслуговування існує функціональний зв'язок, який дозволить обирати оптимальну систему та скоротити витрати на перевезення.

Обґрунтовано та обрано систему перевезення цибулі та показано, що на варіанти вибору транспортних засобів та їх взаємодію зі збиральними комплексами значно впливає площа збирання, врожайність і дальність перевезення вантажів. Встановлено, що при великих значеннях площ і врожайності найбільш ефективно використовувати транспортні засоби вантажопідйомністю 25-39 т з завантаженням на перевалочному пункті – тимчасовому складі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ДОСТАВКИ; ТРАНСПОРТНІ ПРОЦЕСИ; СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ВАНТАЖІ; ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ; АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ; ЛОГІСТИЧНИЙ ЦЕНТР; ЦИБУЛЯ

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво, до якого відноситься вирощування та транспортування цибулі, вимагає постійного управління вантажними перевезеннями, особливо в період збирання врожаю.

Особливо зростає роль транспорту, під час впровадження прогресивних технологій та високопродуктивних засобів механізації виробничих процесів, коли взаємозв'язок і взаємозумовленість роботи технологічних та транспортних агрегатів є обов'язковою умовою ритмічного виконання виробничих процесів. Усе це вимагає приведення транспорту у відповідність до умов виробництва, а також раціонального використання транспортних засобів з тим, щоб перевезення вантажів виконувалося з мінімальним витратами праці, коштів і нафтопродуктів.

Транспортні витрати становлять 20-30% від усіх витрат на виробництво сільськогосподарської продукції. У сільськогосподарських підприємствах на вантажно-розвантажувальні роботи та перевезення вантажів витрачається 35-40% всіх нафтопродуктів, які споживаються в господарствах. Тому раціональне використання транспортних засобів є важливим напрямком підвищення ефективності виробництва.

Використання транспорту в сільському господарстві має свої особливості: величина та різноманітність вантажів; нерівномірність вантажоперевезень протягом року; погані дорожні умови; залежність від погодних умов, що зменшує продуктивність транспортних засобів.

До транспортних засобів, які використовуються для перевезення сільськогосподарських вантажів, ставляться особливі вимоги. По-перше, це перевезення у відповідні агротехнічні строки. По-друге, транспортні засоби мають відповідати фізико-механічним та іншим властивостям вантажів, оскільки в сільському господарстві більшість вантажів, які не забезпечують повне використання вантажопідйомності автомобілів.

Ефективність транспортних засобів на перевезення різних вантажів і на

різну відстань неоднаково. Тому важливе значення має раціональне поєднання різних видів транспорту. Ефективність використання автотранспорту залежить від його структури. Важливим є також використання причепів, автопоїздів, скорочення зворотних перевезень, поліпшення дорожньої мережі.

Для підвищення ефективності використання транспортних засобів необхідно здійснювати вибір системи перевезень, яка спрямована на зменшення витрат та часу при виконанні транспортних операцій.

Тому, об'єктом дослідження є транспортні процеси при перевезенні цибулі під час збирання врожаю.

Предмет дослідження – функціональні залежності, що описують процес перевезення цибулі під час збирання врожаю.

Мета роботи – підвищення ефективності використання транспортних засобів шляхом вибору раціональної системи перевезень цибулі.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання:

1. Розробити математичну модель функціонування системи перевезень цибулі.
2. Виконати математичне моделювання роботи системи перевезень цибулі під час збирання врожаю.
3. Розробити методику вибору системи перевезень цибулі та кількості транспортних засобів для транспортного обслуговування.
4. Розробити практичні рекомендації по побудові технологічних процесів транспортного обслуговування на прикладі приватного сільськогосподарського підприємства "ЧОЛЬ".

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Проблеми розвитку транспортної логістики сільськогосподарських товаровиробників

Ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від рівня забезпеченості товаровиробників засобами транспорту, раціональної організації перевезення вантажів безпосередньо в галузях рослинництва і тваринництва та у процесі реалізації продукції.

Особливо зростає роль транспорту, коли упроваджуються прогресивні технології та високопродуктивні засоби механізації виробничих процесів, коли взаємозв'язок і взаємозумовленість роботи технологічних та транспортних агрегатів є обов'язковою умовою ритмічного виконання виробничих процесів. Все це вимагає приведення транспорту у відповідність до умов виробництва, а також раціонального використання транспортних засобів, з тим щоб перевезення вантажів виконувалося з мінімальним витрачанням праці, коштів і нафтопродуктів.

Сільськогосподарське виробництво вимагає постійного управління перевезенням вантажів, особливо в період становлення значної кількості аграрних підприємств, а відповідно, і відправників продукції рослинництва і тваринництва та одержувачів промислових товарів для ведення сільськогосподарського виробництва.

В умовах сьогодення сільськогосподарські підприємства, як суб'єкти господарювання, не тільки виробляють продукцію, але й здійснюють функції матеріально-технічного постачання ресурсів та збуту виробленої продукції. Тому рух матеріальних ресурсів від первинного джерела до кінцевого споживача доцільно розглядати як єдиний матеріальний потік (вантажопотік), що забезпечується транспортними засобами. Зазначене становить основу, на якій ґрунтується транспортна логістика.

Обсяги перевезень, напрями та номенклатуру транспортних вантажів,

розглядає транспортна логістика. Ключова роль транспортування в логістиці пояснюється не тільки великою питомою вагою транспортних витрат у загальному складі логістичних витрат, але і тим, що без транспортування неможливе саме існування матеріального доходу.

Метою транспортної логістики є зниження транспортних витрат і зумовленого транспортом збитку для навколишнього середовища при доставці вантажів «точно в строк» і максимальному задоволенні всіх вимог одержувача вантажів. Основними її завданнями є скорочення запасів матеріальних ресурсів в обігу та часу доставки товарів, у чому зацікавлені як постачальники, так і споживачі.

Транспортна логістика вирішує комплекс завдань, пов'язаних з організацією переміщення вантажів транспортом загального користування. Основні з них такі:

- вибір типу транспортного засобу;
- оптимізація транспортного процесу під час змішаних перевезень;
- визначення раціональних маршрутів доставки;
- забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу;
- координація транспортного і виробничого процесів [1].

Транспортна логістика базується на концепції інтеграції транспорту, постачання, виробництва і збуту, отже тісно пов'язана із складською, виробничою, заготівельною, розподільчою та посередницькою логістикою.

Суттєво ускладнюють ситуацію деструктивні процеси економіки, які за останні півтора десятиліття призвели до призупинення процесів відтворення матеріально - технічної бази сільськогосподарських підприємств. За останні 15 років кількість вантажних автомобілів у сільському господарстві України скоротилась на 45%. При цьому необхідно зазначити, що під час обліку техніки та визначення її продуктивності не враховуються чинники фізичного зносу. Переважна більшість (понад 70%) вантажних перевезень у сільському господарстві реалізується автомобільним транспортом [2].

Транспортна складова (навантажувальні й розвантажувальні роботи та перевезення) у структурі собівартості виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції становить практично 25-30% [3], а в окремих випадках ціна вантажу нижча, ніж маркетингові тарифи на транспортні послуги.

Транспортна логістика аграрних підприємств має і свої специфічні проблеми, пов'язані з особливостями агропромислового виробництва [4]:

1) Значна кількість дрібних товаровиробників, що ускладнює процес формування великих партій продукції та сировини;

2) Сезонний характер виробництва та розбіжності під час завезення сировини та матеріалів до підприємства і вивезення продукції з підприємства;

3) Специфіка об'єкта транспортування: деякі види продукції швидко псується та вимагають спеціальних умов перевезення (температура, вентиляція тощо), потреба в перевезенні живих тварин, птахів тощо;

4) Низька якість транспортної інфраструктури, що є наслідком економічної слабкості суб'єктів господарювання та територіальної їх розосередженості;

5) Залежність виробництва від погодних умов (особливо продукції рослинництва) та природних біологічних процесів, що ускладнює планування та збільшує невизначеність і ризик;

6) Недостатня кількість кваліфікованих кадрів з логістики, що зумовлене об'єктивними розбіжностями у способі та умовах життя в місті та селі;

7) Недостатньо розвинута співпраця між товаровиробниками, що ускладнює процеси інтеграції та кооперації.

Узагальнення проблеми транспортного забезпечення сільськогосподарських товаровиробників свідчить, що недоліки в організації перевезення різних вантажів негативно впливають на ведення рослинницької і тваринницької галузей. Порівняння досвіду управління перевезеннями до

реформування та зараз свідчить, що в той період, хоча і з певними недоліками, існувала диспетчеризація, особливо під час заготівлі сільськогосподарської продукції, здійснювалися централізовані перевезення вантажів. Зараз цими вантажопотоками ніхто не керує, а перевезення забезпечують, зазвичай, самі товаровиробники малотоннажними транспортними засобами зі значними витратами праці, коштів і нафтопродуктів.

Продуктивність автотранспорту за рахунок збільшення простоїв у черзі під розвантаженням зменшується в середньому на 25-30%. Поряд із диспетчеруванням перевезення сільськогосподарських вантажів, слід враховувати і маркетингові функції для забезпечення дослідження ринку транспортних послуг, прогнозування попиту, реклами супутніх автоперевезенням послуг, стратегічного маркетингового планування.

Одним із шляхів виживання в складних умовах для сільськогосподарських підприємств, що мають автотранспортні підрозділи, може бути співпраця, а саме розвиток міжгосподарських форм використання рухомого складу. Дослідженнями встановлено, що економічно сильні підприємства з великими площами сільськогосподарських угідь можуть і повинні формувати власні транспортні підрозділи, комплектувати їх технікою та поновлювати в разі потреби. Невеликим за розміром сільськогосподарським підприємствам і тим, що знаходяться в скрутному економічному становищі, доцільніше використовувати техніку на міжгосподарській основі.

Отже, врахувавши накопичений у світі досвід, дослідження вітчизняних науковців і сучасний стан автотранспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва України, автор роботи [4] вважає, що доцільним є розвиток таких форм використання транспорту:

- автотранспортні формування, метою створення яких є надання транспортних послуг за винагороду;
- безприбуткові міжгосподарські формування зі спільного

використання автотранспорту (кооперативи та сусідська допомога);

- автотранспортні підрозділи сільськогосподарських підприємств.

Така сукупність автотранспортних формувань забезпечить стабільне обслуговування сільськогосподарських товаровиробників зі здійсненням всіх видів перевезення необхідних вантажів з найбільшою ефективністю.

Як відомо, при зборі урожаю сільськогосподарських культур потрібна наявність великої кількості комбайнів, тракторів, вантажних автомобілів і інших засобів механізації, які і визначають кількісний і якісний склад збирально-транспортного комплексу. Продуктивність збирально-транспортного комплексу залежить не лише від продуктивності комбайна, але і від кількісного складу вантажного транспорту здатного безперервно обслуговувати комбайн. У свою чергу, транспортно-збиральний комплекс, з метою підвищення продуктивності, повинний працювати безперервно і погоджено, щоб не було простоїв комбайнів в очікуванні вивантаження, простоїв автомобілів, - в очікуванні завантаження.

Чисельний склад комбайнів і вантажних автомобілів має бути в такій відповідності, щоб в залежності від врожайності сільськогосподарських культур і способу перевезення забезпечити безперервну роботу [5].

Як показує аналіз робіт з цієї тематики [6-10], визначення раціональної кількості одиниць збирально-транспортного комплексу визначатиме характер технології перевезення, час збирання урожаю і витратну складову усього процесу доставки сільськогосподарських культур, в період збирання.

Загальновідомо, що на надійність своєчасного виконання польових робіт у відведені терміни значною мірою впливає організація їх проведення [11]. Тобто, яким чином забезпечується терміновість і беззбитковість перевезення зібраного урожаю. При цьому також істотну роль відіграє координація роботи між усіма елементами збирально-транспортного комплексу. Щоб забезпечити безперебійну роботу збирально-транспортного комплексу, необхідно розрахувати потребу в транспортних засобах для перевезення продукції [11]. Велику увагу цьому напрямку досліджень

приділяв С.Г. Фришев. При цьому, він розглядав низку питань відносно визначення раціонального складу збирально-транспортного комплексу.

У роботі [12] автори запропонували методику підбору найбільш ефективних транспортних засобів для доставки сільськогосподарських вантажів до місця переробки, шляхом оцінки витрат пов'язаних з відстанню і вантажопідйомністю автомобілів. Враховуючи висновки попередніх досліджень за визначенням чисельності одиниць збирально-транспортного комплексу [13], відзначається дуже різноманітний спектр підходів до рішення цієї проблеми. При цьому, немає загальних обґрунтованих рекомендацій відносно визначення чисельності збиральної техніки, засобів транспорту, які забезпечують процес перевезення сільськогосподарських вантажів і допоміжних навантажувально-розвантажувальних механізмів (машин), які задіяні в процесі перевалки (перевантаження) при використанні конкретної транспортно-технологічної схеми доставки. Відсутність універсальної методики, відносно рішення вище відмічених проблем не дає можливості адекватно спланувати роботу і поведінку сільськогосподарських і транспортних підприємств на період 1-3 роки.

Все це є складовими чинників, які відповідають за вибір раціональної транспортно-технологічної схеми доставки сільськогосподарських вантажів. До важливих чинників також відносяться [13]:

- провізні можливості парку автомобілів, наявних на балансі підприємства;
- чисельність збиральної техніки, яка є на підприємстві;
- наявний парк допоміжної техніки;
- розміри площ полів;
- дислокація полів (віддаленість від місць тимчасового зберігання);
- рівня розвитку дорожньої мережі регіону;
- кількість транспортних підприємств в регіоні;
- період збирання врожаю;
- врожайність сільськогосподарських культур.

1.2. Аналіз стану питання вибору системи доставки сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом

Аналізуючи роботи, спрямовані на підвищення ефективності організації процесу автомобільної доставки вантажів, можна умовно виділити наступні групи робіт, які присвячені:

- питанням інтегральної системи доставки;
- питанням якості транспортного обслуговування;
- питанням надійності доставки;
- питанням вибору окремих учасників процесів доставки (вибір перевізника, експедитора);
- питанням вибору типу транспортних засобів, з метою забезпечення максимального використання їх технічної потужності;
- питанням оперативного планування перевезень;
- питанням інформаційного забезпечення транспортного процесу;
- завданням оптимізації параметрів транспортного процесу .

На рівні логістичного управління підприємством управління транспортуванням складається з наступних основних етапів [14]: вибір виду транспорту; вибір транспортного засобу; вибір перевізника і логістичних партнерів по транспортуванню і оптимізації параметрів транспортного процесу. На практиці завдання вибору системи доставки вирішується поетапно, кожна під задача вирішується окремо, що істотно знижує ефективність результатів рішення.

Запропонована авторами [15] методика побудови оперативного плану доставки вантажів автомобільним транспортом від постачальника до споживачів заснована на логістичному підході, оперує нормативними інтервалами доставки вантажів. Проте усі складові перевізного процесу(час руху, час вантаження, час розвантаження і так далі) являються випадковими величинами. Тому ця методика побудови оперативного плану, на наш погляд, матиме обмежену сферу застосування.

1.3. Аналіз імовірнісного моделювання логістичних систем вантажоперевезень

У зарубіжній літературі поняття логістики трактується як процес управління рухом і зберіганням продукції в господарському обороті. Розширення суміжних функцій в логістичному управлінні підприємством пов'язане з підвищенням попиту на комплексні послуги вантажоперевезень, зберігання і управління ланцюгами постачань [16]. Такі актуальні завдання, як побудова плану вантажоперевезень, формування ланцюгів постачань, підвищення рівня інформаційного забезпечення, вимагають системного підходу до рішення.

Логістичний ланцюг вантажоперевезень формується як між територіально розташованими підрозділами підприємства, так і між виробником і споживачем.

В роботах [17-19] проаналізовані існуючі підходи до аналізу логістичних систем на підставі яких виділені наступні групи: моделювання найкоротших маршрутів при оптимізації руху транспортних засобів, інтеграція структурних підрозділів керівника і виконуючих секторів в єдину логістичну систему, підвищення рівня інформаційного забезпечення процесів вантажоперевезень, модернізація існуючих або розробка нових систем управління і диспетчеризація в логістичній системі. Імовірнісне моделювання роботи логістичного ланцюга передбачає, разом з побудовою математичних моделей, враховувати об'єми вантажоперевезень і оцінювати їх вплив на основні показники ефективності логістичної системи.

Для опису взаємодій різноманітних видів транспорту в логістичних центрах використовуються різні типи систем масового обслуговування [20]. Обґрунтування ефективності такого підходу пов'язане з можливістю побудови аналітичних моделей для будь-якої конфігурації логістичних систем. Моделювання на базі таких моделей дозволяє скоротити прості техніки і скоротити час на навантажувально-розвантажувальні роботи.

Огляд існуючих підходів до моделювання логістичних систем, заснованих на різних математичних, економічних, імітаційних моделях приведених в роботі [16] показав загальну тенденцію до комплексного застосування декількох методів. У роботі [21] проведений огляд методології DIMA для комплексного моделювання ланцюгів постачань, що об'єднує оптимізаційні, статистичні, евристичні методи.

Для дослідження систем масового обслуговування при моделюванні вантажоперевезень необхідно враховувати наступні ознаки класифікації [20]:

- по числу каналів на обслуговування (одноканальні, багатоканальні);
- за якістю обслуговування (з чергою, з відмовами в обслуговуванні);
- по кількості етапів (однофазні, багатофазні);
- за схемою обслуговування (упоряджені, неупоряджені, з пріоритетом);
- по обмеженню потоку заявок (замкнуті і відкриті).

Авторами роботи [16] наводиться імовірнісна модель роботи логістичного центру, як деякої зосередженої системи для моделювання якої використовується однофазна, одноканальна модель. Автори припускають, що в загальній інфраструктурі логістичної системи великого масштабу є цілий ряд локальних логістичних центрів (підсистем), які у своїй спільній роботі можуть бути промодельовані як транспортна мережа, що складається з однієї і багатофазних моделей. Авторами отримані розрахункові формули для визначення вірогідності виконання замовлень на транспортне обслуговування. Застосовуючи розроблену модель можна розрахувати характеристики логістичної системи для конкретних значень замовлення на перевезення вантажів.

Аналіз літературних джерел за рішенням транспортних завдань в сільському господарстві показали, що існує три підходи:

1. Оптимізація параметрів транспортної системи з використанням детермінованих економіко-математичних моделей [19-23].
2. Застосування імовірнісних моделей з використанням теорії

масового обслуговування [24].

3. Імітаційне моделювання [24-26].

Аналіз робіт, присвячених математичному моделюванню транспортних процесів в сільськогосподарському виробництві дозволяє зробити висновок, що більшість моделей розроблена на базі теорії масового обслуговування. Це дозволило авторам таких моделей розробити методики розрахунку узгодженості складових елементів в системі транспортного обслуговування, так і розрахувати їх продуктивність. Слід зауважити, що такі методики носять приватний характер і не є універсальними.

Розробка методик розрахунку ефективності усіх складових в технологічному ланцюгу продукції з транспортними процесами, є актуальним завданням і спрямоване на підвищення ефективності вибору і використання транспортних засобів різної вантажопідйомності та системи транспортного обслуговування.

1.4. Обґрунтування об'єкта досліджень. Мета і задачі досліджень

Використання транспорту в сільському господарстві має свої особливості: величина та різноманітність вантажів; нерівномірність вантажоперевезень протягом року; погані дорожні умови; залежність від погодних умов, що зменшує продуктивність транспортних засобів.

До транспортних засобів, які використовуються для перевезення сільськогосподарських вантажів, ставляться особливі вимоги. По-перше, це перевезення у відповідні агротехнічні строки. По-друге, транспортні засоби мають відповідати фізико-механічним та іншим властивостям вантажів, оскільки в сільському господарстві більшість вантажів, які не забезпечують повне використання вантажопідйомності автомобілів.

Ефективність транспортних засобів на перевезення різних вантажів і на різну відстань неоднаково. Тому важливе значення має раціональне поєднання різних видів транспорту. Ефективність використання

автотранспорту залежить від його структури. Важливим є також використання причепів, автопоїздів, скорочення зворотних перевезень, поліпшення дорожньої мережі.

Для підвищення ефективності використання транспортних засобів необхідно здійснювати вибір системи перевезень, яка спрямована на зменшення витрат та часу при виконанні транспортних операцій.

Розробка методик розрахунку ефективності усіх складових в технологічному ланцюгу продукції з транспортними процесами, є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності вибору та використання транспортних засобів різної вантажопідйомності та системи транспортного обслуговування.

Тому, об'єктом дослідження є транспортні процеси при перевезенні цибулі під час збирання врожаю.

Предмет дослідження – функціональні залежності, що описують процес перевезення цибулі під час збирання врожаю.

Мета роботи – підвищення ефективності використання транспортних засобів шляхом вибору раціональної системи перевезень цибулі.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання:

1. Розробити математичну модель функціонування системи перевезень цибулі.
2. Виконати математичне моделювання роботи системи перевезень цибулі під час збирання врожаю.
3. Розробити методику вибору системи перевезень цибулі та кількості транспортних засобів для транспортного обслуговування.
4. Розробити практичні рекомендації по побудові технологічних процесів транспортного обслуговування на прикладі приватного сільськогосподарського підприємства "ЧОЛЬ".

1.5. Висновки по розділу

Проведений аналіз показує про існування проблеми вибору системи доставки вантажів сільськогосподарського виробництва, особливо під час збирання врожаю. Особливістю таких періодів є великий вантажопотік в короткі терміни, які обмежені агротехнічними вимогами і погодними умовами одночасно. Для організації таких перевезень все частіше використовують логістичні центри, як проміжну одиницю між виробником вантажу і перевізником. Багато дослідників вважають, що для ефективного функціонування такої системи логістичний центр необхідно створювати у складі виробника вантажу, що дозволить точніше прогнозувати надходження замовлень на перевезення вантажів.

Таким чином, можна зробити висновок, що вибір раціональної системи доставки вантажів з урахуванням особливостей виробництва, а отже і надходження заявок на транспортне обслуговування, дозволить підвищити ефективність використання транспортних засобів.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ЗБИРАННІ ЦИБУЛІ

2.1. Структура математичної моделі системи транспортного обслуговування при збиранні цибулі

Систему доставки вантажів, як сукупність об'єктів призначених для виконання певних операцій транспортного обслуговування, можна віднести до складних систем, ознаками яких є:

- складність функції оптимізації системи доставки;
- можливість декомпозиції системи доставки на підсистеми доставки, мета функціонування яких підпорядковані спільній меті;
- наявність взаємодії підсистем з чинниками зовнішнього середовища;
- функціонування системи доставки в умовах відшкодування випадкових чинників.

Збільшення розмірів і підвищення міри складності зв'язків системи доставки вантажів істотно ускладнює її моделювання з використанням відомих математичних рівнянь. Це означає, що при використанні рівнянь для моделювання доставки вантажів істотно зростає число змінних, що враховуються, та параметрів моделі. Процес моделювання системи доставки може бути ускладнений також недоліком достовірної інформації.

Невизначеність інформації обумовлена чинниками як внутрішнього, так і зовнішнього середовища. З чинників внутрішнього середовища можна відмітити наступні:

- наявність великого числа можливих варіантів системи доставки вантажів;
- можливі зміни параметрів функціонування (ефективності) учасників системи доставки.

До чинників зовнішнього середовища можна віднести:

- нестабільність попиту на транспортні послуги;

- можлива зміна тарифів на транспортні послуги;
- імовірнісний характер протікання усіх процесів.

Виділимо наступних учасників системи доставки сільськогосподарських вантажів.

1. Виробник вантажу – підприємство (господарство) яке робить замовлення на перевезення вантажу. Необхідно відмітити, що для умов сільськогосподарського виробництва характерні пікові навантаження під час збирання врожаю, які можуть досягати великих величин або великої інтенсивності, яка вимірюється в т/год. Під виробником вантажу можна розуміти склади і сховища де зберігається сільськогосподарська продукція і поставляється в торгові точки або підприємства по переробці.

2. Перевізник вантажу – транспортне підприємство або транспортний відділ, який виконує наступні операції :

- отримання замовлення на транспортне обслуговування;
- укладення договору на транспортне обслуговування;
- початкові операції у виробника вантажу (прийом вантажу, зважування, прийом по кількості, пломбування);
- перевантаження вантажу на транспортні засоби;
- перевезення вантажу транспортними засобами від пункту відправлення до пункту призначення;
- забезпечення безпеки руху, якості перевезення збереження вантажу;
- інформування вантажовласника або організатора системи доставки про хід виконання перевезення та про непередбачені ситуації;
- вивантаження вантажу в пункті призначення та виконання операцій по оформленню транспортних документів.

Інтенсивність транспортного обслуговування можна оцінити величиною тонн за годину, тобто масою перевезеного вантажу в тоннах в одиницю часу.

3. Організатор транспортного процесу – логістичний центр. Головна роль логістичного центру полягає в організації процесу транспортного

обслуговування і координації роботи усіх учасників системи перевезення вантажів. Це звільняє вантажовідправників і вантажоодержувачів від робіт, пов'язаних з організаційними питаннями, серед яких необхідно відмітити наступні:

- прогнозування інтенсивності надходження заявок на транспортне обслуговування тонни/годину, особливо в пікові періоди збирання врожаю;
- розрахунок необхідної кількості транспортних засобів для транспортного обслуговування;
- вибір технології транспортного обслуговування, типу транспортних засобів і маршрутів руху;
- інформування перевізника вантажу про об'єми перевезення, оформлення договорів на транспортне обслуговування;
- інформаційне забезпечення процесу перевезення вантажів, внесення корективів в транспортний процес;
- узгодження умов виконання укладених договорів на транспортне обслуговування;
- диспетчеризація роботи усіх учасників доставки вантажу.

Для досягнення високої ефективності функціонування системи доставки вантажів важливо встановити наявність зв'язків між учасниками процесу та механізму отримання і передачі інформації.

З урахуванням прийнятих вище учасників транспортного процесу систему доставки вантажів можна представити у вигляді наступної структурної схеми (рис.2.1).

На структурній схемі системи доставки вантажів (рис.2.1), прийняті наступні позначення: П – виробник вантажу (аграрне підприємство); ЛЦ – логістичний центр, який може входити до складу виробника; Т – перевізник вантажу або транспортне підприємство що надає транспортної послуги.

Взаємозв'язок між учасниками системи доставки вантажів виразимо стрілками, як вказано на рис.2.1.

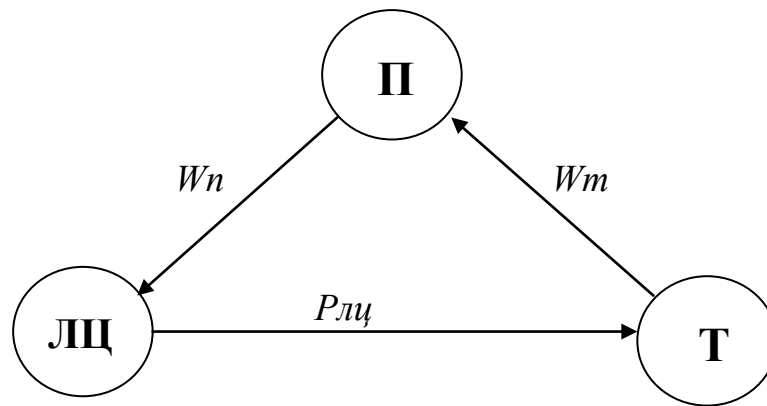


Рис.2.1 – Структурна схема системи транспортного обслуговування:
 П – виробник вантажу (аграрне підприємство); ЛЦ – логістичний центр
 (організатор перевезення); Т – перевізник вантажу (транспортне
 підприємство)

Виробник вантажу формує замовлення на транспортне обслуговування з інтенсивністю $W_{П}$, т/год та відправляє його в логістичний центр. Логістичний центр, як організатор транспортного процесу формує замовлення на транспортне обслуговування перевізникові з інтенсивністю $P_{ЛЦ}$, т/год. Транспортне підприємство (перевізник), отримавши замовлення на транспортне обслуговування, виконує перевезення вантажу з інтенсивністю $W_{Т}$, т/год.

Аналізуючи зв'язки між учасниками системи доставки вантажів можна виділити три умови існування:

$$W_{П} = P_{ЛЦ} = W_{Т}; \quad (2.1)$$

$$W_{П} > P_{ЛЦ}; W_{П} > W_{Т}; \quad (2.2)$$

$$W_{П} < P_{ЛЦ}; W_{П} < W_{Т}. \quad (2.3)$$

При виконанні першої умови (2.1) усі дії учасників системи доставки вантажів погоджені по інтенсивності вступу замовлень на обслуговування та інтенсивності обслуговування. За такої умови буде характерна максимальна ефективність функціонування системи доставки вантажів.

При виконанні другої умови (2.2) замовлення на транспортне обслуговування перевищує можливості перевізника одночасно. За такої умови логістичний центр та перевізник не забезпечують об'єми перевезень, а у разі збирання врожаю обмежують роботу збиральних комплексів знижуючи

їх продуктивність.

За третьої умови (2.3) потужності логістичного центру і перевізника значно більше, ніж замовлення на перевезення вантажу. В цьому випадку вимоги перевізника задовольняються, проте можливості логістичного центру і транспорту використовуються не в повному об'ємі, знижуючи їх продуктивність.

2.2. Розробка математичної моделі системи транспортного обслуговування

З великої різноманітності математичних методів моделювання динамічних систем, математичний апарат системи масового обслуговування якнайповніше задовольняє поставленим завданням.

Система масового обслуговування [27] призначена для обслуговування потоку заявок у випадкові моменти часу. Випадковий характер потоку заявок призводить до того, що в якісь проміжки часу на вході в систему можуть скупчуватися заявки утворюючи чергу, а в інші періоди часу, система працюватиме з недовантаженням або взагалі простоювати.

Математичний аналіз роботи системи масового обслуговування полегшується, якщо випадковий процес, що протікає в системі, є марківським [28]. Для того, щоб процес був марківським, треба, щоб усі потоки подій, що переводять систему із стану в стан, були пуассоновськими. Інтервал часу між подіями в цьому потоці є випадкова величина, розподілена за показовим законом [28]:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (2.4)$$

де t – час процесу або обслуговування системою;

λ – інтенсивність потоку подій.

Приймаючи структуру системи доставки вантажів (рис. 2.1), як граф станів системи масового обслуговування [27] та застосовуючи правило Колмогорова для складання диференціальних рівнянь вірогідності станів

системи запишемо систему диференціальних рівнянь для рис.2.1.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_{\Pi}}{dt} &= W_T \cdot p_T - W_{\Pi} \cdot p_{\Pi}; \\ \frac{dp_{\text{ЛЦ}}}{dt} &= W_{\Pi} \cdot p_{\Pi} - P_{\text{ЛЦ}} \cdot p_{\text{ЛЦ}}; \\ \frac{dp_T}{dt} &= P_{\text{ЛЦ}} \cdot p_{\text{ЛЦ}} - W_T \cdot p_T; \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

де p_{Π} – ймовірність того, що виробник має вантаж, тобто замовлення на перевезення;

$p_{\text{ЛЦ}}$ – ймовірність того, що логістичний центр здатний прийняти замовлення на організацію транспортного обслуговування;

p_T – ймовірність того, що перевізник може виконати замовлення на транспортне обслуговування.

Прийmemo умову, що в початковий період часу, при $t = 0$, ліва частина рівнянь, тобто похідні вірогідності дорівнюють нулю. Отже систему рівнянь (2.5) можна переписати у вигляді системи лінійних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} W_{\Pi} \cdot p_{\Pi} &= W_T \cdot p_T; \\ P_{\text{ЛЦ}} \cdot p_{\text{ЛЦ}} &= W_{\Pi} \cdot p_{\Pi}; \\ W_T \cdot p_T &= P_{\text{ЛЦ}} \cdot p_{\text{ЛЦ}}; \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

Застосовуючи умову нормування :

$$p_{\Pi} + p_{\text{ЛЦ}} + p_T = 1, \quad (2.7)$$

виразимо за допомогою перших двох рівнянь системи (2.6) $p_{\text{ЛЦ}}$ і p_T :

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{ЛЦ}} &= \frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}} \cdot p_{\Pi}; \\ p_T &= \frac{W_{\Pi}}{W_T} \cdot p_{\Pi}. \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

Підставляючи вирази (2.8) в (2.7) отримаємо:

$$p_{\Pi} + \frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}} \cdot p_{\Pi} + \frac{W_{\Pi}}{W_T} \cdot p_{\Pi} = 1. \quad (2.9)$$

З рівняння (2.9) отримаємо:

$$p_{\Pi} = \frac{1}{1 + \frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}} + \frac{W_{\Pi}}{W_T}} \quad (2.10)$$

Підставляючи (2.10) в (2.8) отримаємо:

$$p_{\text{ЛЦ}} = \frac{\frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}}}{1 + \frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}} + \frac{W_{\Pi}}{W_T}}; \quad (2.11)$$

$$p_T = \frac{\frac{W_{\Pi}}{W_T}}{1 + \frac{W_{\Pi}}{P_{\text{ЛЦ}}} + \frac{W_{\Pi}}{W_T}}. \quad (2.12)$$

Як видно з рівнянь (2.10) - (2.12) ймовірність функціонування системи доставки вантажів залежить від вірогідності функціонування усіх трьох складових системи, а отже, від співвідношень $W_{\Pi}/P_{\text{ЛЦ}}$ і W_{Π}/W_T , які безрозмірні. Виходячи з цього, можна виразити продуктивність кожного з елементів системи, т/год.

Продуктивність підприємства, яке робить замовлення на перевезення вантажу W_{Π} , залежить від вірогідності прийому і обробки цього замовлення в логістичному центрі $p_{\text{ЛЦ}}$, а отже величину продуктивності підприємства можна виразити:

$$G_{\Pi} = W_{\Pi} \cdot (1 - p_{\text{ЛЦ}}), \text{ т/год.} \quad (2.13)$$

Продуктивність або потужність логістичного центру, який приймає, обробляє замовлення, розраховує необхідну кількість транспортних засобів і оформляє договір на транспортне обслуговування з перевізником, залежить від вірогідності виконання замовлення на перевезення вантажу перевізником p_T , а отже, продуктивність логістичного центру можна виразити:

$$G_{\text{ЛЦ}} = P_{\text{ЛЦ}} \cdot (1 - p_T), \text{ т/год.} \quad (2.14)$$

Продуктивність перевізника залежить не лише від кількості транспортних засобів і їх продуктивності, але і від вірогідності того, що

підприємство - виробник вантажу вчасно представить вантаж до перевезення, отже:

$$G_T = W_T \cdot (1 - p_{II}), \text{ т/год.} \quad (2.15)$$

Рівняння для оцінки продуктивності усіх складових елементів системи доставки вантажів враховують імовірнісний (випадковий) характер протікання процесу, який, згідно вище прийнятого допущення, підкоряється показовому закону (рівняння (2.4)).

Розроблена математична модель функціонування системи транспортного обслуговування дозволяє:

- виконати моделювання роботи системи в залежності від різних величин W_{II} , $P_{ЛЦ}$ і W_T і їх співвідношень;
- оцінити ймовірність відмови системи, тобто не виконання замовлення на перевезення, яке дорівнює p_{II} , формула (рівняння (2.10));
- оцінити ймовірність виконання замовлення кожним елементом системи;
- розрахувати продуктивність кожного елементу системи з урахуванням імовірнісного характеру протікання процесу.

2.3. Розрахунок параметрів робочого процесу системи транспортного обслуговування при збиранні цибулі

Як видно з розробленої математичної моделі функціонування системи транспортного обслуговування основним параметром, який формує замовлення на перевезення вантажів, являється величина продуктивності підприємства (господарства), яка, згідно рівняння (2.14), залежить від W_{II} , т/год. При збиранні цибулі це продуктивність збиральних машин.

Продуктивність одиничного збирального комбайну можна визначити за формулою [29, 30]:

$$W_{mi} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot Q \cdot K_{zm}, \text{ т/год} \quad (2.16)$$

де B – ширина захвату машини, м;

V – робоча швидкість руху, км/год;

Q – врожайність, т/га;

$K_{зм}$ – коефіцієнт використання часу робочої зміни, $K_{зм} = 0,75$;

Якщо в збиральному комплексі працюють декілька машин N_m , то продуктивність буде дорівнювати:

$$W_{\Pi i} = \sum_{i=1}^{N_k} W_{\Pi i}, \text{ т/ГОД.} \quad (2.17)$$

Час робочого циклу комбайна складатиме:

$$t_{цк} = t_з + t_в, \text{ ГОД,} \quad (2.18)$$

де $t_з$ – час заповнення, ГОД;

$t_в$ – час вивантаження, ГОД.

Час заповнення бункера визначається за виразом:

$$t_з = \frac{V_б \cdot \rho}{1,8 \cdot q_k}, \quad (2.19)$$

де $V_б$ – об'єм бункера, м³;

ρ – щільність вантажу, кг/м³;

q_k – пропускна здатність, кг/сек.

Час вивантаження цибулі в транспортний засіб величина постійна і дорівнює 0,2 години.

Продуктивність одиничного транспортного засобу, який обслуговує комбайн визначаємо з рівняння [23, 24]:

$$W_{ТЗi} = \frac{q_n \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{mТЗ}}{(l_{вант} + V_{mТЗ} \cdot \beta \cdot t_{н-р})}, \text{ т/ГОД} \quad (2.20)$$

де q_n – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

β – коефіцієнт використання пробігу;

$V_{mТЗ}$ – технічна швидкість транспортного засобу, км/год;

$l_{вант}$ – відстань на яку транспортуються овочеві культури, км;

t_{n-p} – час навантаження та розвантаження транспортного засобу, год.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу визначаємо з рівняння [29, 30]:

$$\gamma = \frac{q_{\phi}}{q_n}, \quad (2.21)$$

де q_{ϕ} – фактична вантажопідйомність транспортного засобу, т.

Коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу визначаємо з рівняння [29, 30]:

$$\beta = \frac{l_{вант}}{l_{заг}}, \quad (2.22)$$

де $l_{заг}$ – загальний пробіг транспортного засобу з вантажем та без вантажу, км.

При одночасному перевезенні вантажів автомобілями, що складаються з $N_{mз}$, шт, продуктивність перевізника можна визначити за виразом:

$$W_{Ti} = \sum_{i=1}^{N_{TЗ}} W_{TЗi}, \text{ т/ГОД.} \quad (2.23)$$

Кількість необхідних транспортних засобів для транспортного обслуговування виробника можна визначити [29, 30]:

$$N_{TЗ} = \frac{W_{Pi}}{W_{TЗi}} \cdot (1 - p_{II}). \quad (2.24)$$

Час робочого циклу одиничного транспортного засобу можна визначити за виразом:

$$t_{цТЗ} = \frac{q_{\phi}}{q_{\phi}} \cdot t_3 + t_{вант} + t_{n-p} + t_{нов}, \text{ год,} \quad (2.25)$$

де t_3 – час заповнення бункера цукровим буряком, визначається з рівняння (2.19);

q_{ϕ} – вантажопідйомність бункера комбайна в тоннах, визначається як:

$$q_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho \cdot K_3, \text{ т,} \quad (2.26)$$

де K_3 – коефіцієнт заповнення бункера, $K_3 = 0,95$;

$t_{вант}$ – час руху транспортного засобу з вантажем, визначається:

$$t_{вант} = \frac{l_{вант}}{V_{мТЗ}}, \text{ год.}, \quad (2.27)$$

$t_{нов}$ – час повернення транспортного засобу, визначається:

$$t_x = \frac{l_x}{V_{мТЗ}}, \text{ год.} \quad (2.28)$$

де l_x – холостий пробіг автомобіля без вантажу, км.

Робочий цикл групи транспортних засобів при виконанні транспортного обслуговування визначається з рівняння [29, 30]:

$$T_{уТЗ} = t_{уТЗ} \cdot (N_{ТЗ} - 1). \quad (2.29)$$

На підставі прийнятого припущення про ефективне функціонування системи доставки вантажів, продуктивність логістичного центру повинна дорівнювати продуктивності виробника вантажу та продуктивності перевізника:

$$W_{П} = P_{ЛЦ} = W_{Т}. \quad (2.30)$$

Робочий цикл логістичного центру залежить від кількості замовлень, що поступають на перевезення і від наявності комп'ютерних програм для обробки інформації. Зважаючи на відсутність в літературних джерелах розрахункових формул за визначенням часу обробки інформації за час робочого циклу, прийmemo $T_{уЛЦ} = 1$ год.

Останнім параметром, який впливає на ефективність доставки вантажів, є витрати, грн/т, для кожної складової доставки вантажів, що входить в систему.

Витрати на збирання однієї тонни цибулі можна визначити за виразом:

$$Z_{П} = \frac{S \cdot Ц \cdot \Gamma_s}{P_K} + \frac{Z_3 + Z_{ТО} + A}{P_K}, \text{ грн/т} \quad (2.31)$$

де S – площа збирання цибулі, га;

$Ц$ – вартість одного кг палива, грн/кг;

Γ_s – погектарна витрата палива комбайном, кг/га;

P_K – сумарна маса зібраної цибулі комбайном за весь період збирання, т;

Z_3 – заробітна плата комбайнера в місяць, грн;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування комбайна за сезон, грн;

A – амортизаційні витрати, грн.

Витрати на перевезення однієї тонни цибулі транспортним засобом можна визначити з рівняння:

$$Z_T = \frac{l_{\text{заг}} \cdot \Pi \cdot \Gamma_l}{q_n} + \frac{Z_3 + Z_{TO} + A}{P_T}, \text{ грн/т} \quad (2.32)$$

де Γ_l – витрати палива на 100 км шляху, кг/100км;

P_T – сумарна маса перевезеної цибулі за весь період збирання.

Витрати на організацію процесу перевезення в логістичному центрі можна визначити з рівняння:

$$Z_{\text{ЛЦ}} = \frac{t \cdot \Pi_{\text{ЛЦ}}}{P_T} + \frac{Z_3 + Z_{TO} + A}{P_T}, \text{ грн/т} \quad (2.33)$$

де t – час роботи логістичного центру за весь період організації транспортного обслуговування, год;

$\Pi_{\text{ЛЦ}}$ – ціна однієї години роботи логістичного центру, грн/год;

Z_3 – заробітна плата працівників логістичного центру за весь період, грн;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування оргтехніки логістичного центру за весь період, грн;

A – амортизаційні витрати логістичного центру, грн.

Узагальнюючими параметрами ефективності функціонування елементів системи транспортного обслуговування є наступні залежності:

- для виробника вантажу:

$$E_{\Pi} = \sqrt{\frac{G_{\Pi}}{T_{\text{цк}}}} \cdot \frac{1}{Z_{\Pi}} \rightarrow \text{max}, \text{ т/(грн}\cdot\text{год)}; \quad (2.34)$$

- для логістичного центру:

$$E_{\Pi} = \sqrt{\frac{G_{\text{ЛЦ}}}{T_{\text{цЛЦ}}}} \cdot \frac{1}{Z_{\text{ЛЦ}}} \rightarrow \text{max}, \text{ т/(грн}\cdot\text{год)}; \quad (2.35)$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі математичного апарату системи масового обслуговування розроблена структура математичної моделі системи транспортного обслуговування під час збирання цибулі. Математична модель враховує ймовірнісний характер продуктивності всіх складових процесу транспортного обслуговування.

2. Отримано ймовірнісні розрахункові формули для визначення продуктивності виробника вантажу, перевізника та логістичного центру у складі виробника, що дозволяють визначити ефективність роботи всіх складових системи і прогнозувати обсяги перевезень для забезпечення максимальної ефективності.

3. Розроблена структурна блок-схема алгоритму моделювання роботи системи транспортного обслуговування при збиранні цибулі. Моделювання роботи системи при різних вхідних параметрах дозволить отримати залежність ефективності системи і рекомендувати необхідну кількість транспортних засобів для забезпечення транспортного обслуговування.

4. Результати моделювання роботи системи транспортного обслуговування при збиранні цибулі показують, що при дотриманні рівності продуктивності між всіма учасниками процесу, буде забезпечена максимальна ймовірність роботи при одночасній максимальній продуктивності.

5. Розроблено методику розрахунку необхідної продуктивності та ефективності транспортного обслуговування при збиранні цибулі, що дозволяє розрахувати інтенсивність надходження заявок на перевезення вантажу, інтенсивність обробки замовлення в логістичному центрі, необхідну кількість транспортних засобів для перевезення цибулі та варіанти їх застосування.

6. Обґрунтовано та обрано систему перевезення цибулі від тимчасового складу, який знаходиться на території сільськогосподарського підприємства "ЧОЛЬ" до овочесховищ. Встановлено, що при великих об'ємах перевезення цибулі найбільш ефективно використовувати транспортні засоби вантажопідйомністю 25-40 т з завантаженням на тимчасовому складі.

7. Для запобігання витрат врожаю під час перевезення автомобільним транспортом запропоновано правила перевезення цибулі та вимоги безпеки під час перевезення вантажів транспортними засобами. Розглянуто організаційні заходи гасіння пожеж на сільськогосподарських об'єктах та заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пономарьова Ю.В. Логістика: навч. посіб. / Ю.В. Пономарьова. – К.: Центр навч. літ., 2003. – 192 с.
2. Гуторов О.І. Формування ефективного механізму функціонування логістичних систем сільськогосподарських підприємств / О.І. Гуторов, Н.В. Прозорова // Економіка АПК. – 2013. - №8 – С. 33-38.
3. Вергун М.Г. Проблеми розвитку сільського транспорту / М.Г. Вергун // Економіка АПК. – 2006. – №10 – С. 18-24.
4. Нечипоренко К.В. Проблеми розвитку транспортної логістики сільськогосподарських товаровиробників / К.В. Нечипоренко // Логістика: проблеми и решения №4 (59), 2015, с. 48-51.
5. Тищенко Л.Н., Пастухов В.И., Зайцев А.С., Циганенко М.О., Романашенко О.А., Присяжна Л.П. Транспортное обеспечение сельскохозяйственного производства. Обучающее пособие по курс. и дипл. проект. ПП «Черв'як», 2009. - 172 с.
6. Фришев С.Г. Козупица С.И. Основы грузовых перевозок. Пособие для сам. работы студентов. – Киев: ТОВ «Аграр Медиа Груп», 2011. – 298 с.
7. Фришев С.Г., Докунихин В.З. Основы транспортного процесса в АПК. Пособие для сам. работы студентов. – Киев: Государственная академия управленческих , 2009, – 420 с.
8. Петрик А.В. Формирование транспортных систем в агропромышленном производстве. – Киев: ГОЦ "Издательство "Политехника", 2008. – 316 с.
9. Мазнев Г.Е. Оптимизация уборочно-транспортных комплексов методами теории массового обслуживания. Механизация сельскохозяйственного производства. Вестник ХНТУСХ, 2013, Т. 2, Вып. 93, с. 56-68.
10. Грипачевский Н. Исследование путей и повышения эффективности эксплуатации техники в фермерских хозяйствах. // Motrol. Lublin, 2013, Vol.

15, №2, с. 65-69.

11. Фришев С.Г. Разработка рационального состава уборочно-транспортного комплекса.// Современные проблемы земледельческой механики. Спец. выпуск. Вестник Днепропетровского государственного аграрного университета. Научн.-теорет., научн.-практ. журн., 2009, № 2, с. 236-239.

12. Музылев Д.А. Стебаков А.Е. Методика определения количества единиц техники уборочно-транспортного комплекса для разных технологий доставки // Технический сервис агропромышленного, лесного и транспортного комплексов. ХНТУСХ, 2014, №2(1), с. 128-138.

13. Музылев Д.А., Кравцов А.Г., Бережная Н.Г., Усков О.И. Порядок формирования комбинаций исходных данных для определения размеров уборочно-транспортного комплекса // Вестник ХНТУСХ, 2015, вып. №160, т. 1, с. 273-279.

14. Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес – логистике. -М.: Информационно -издательский дом "ФИЛИНЬ", 1997. – 768с.

15. Геронимус Б.Л., Максимова Н.И. Совершенствование оперативного планирования доставки продукции автотранспортом. // Рынок и логистика. Под ред. М.П. проф. Гордона. – М.: Экономика, 1993. с. 117-127.

16. Попов А.В., Обрезанова Е.Р., Синебрюхова Е.Ю. Вероятностное моделирование логистической системы грузоперевозок.// Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2012, №1(53), с.144-151.

17. Балалаев А.С. Логистика формирования цепей поставок субъектами транспортного рынка // Логистика сегодня, 2010, №5, с.286-294.

18. Гаспорян В.С. Моделирование оптимальной логистической цепи // Логистика сегодня, 2010, №1, с.18-22.

19. Довнар В. Совершенствование логистического механизма автомобильных грузоперевозок // Наука и инновации, 2010, №3. – Режим доступа к журналу <http://innosfera.org>.

20. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.:

Машиностроение, 1979. – 432с.

21. Иванов Д.А. Разработка фундаментального междисциплинарного подхода к моделированию логистических и производственных сетей на основе DIMA // Логистика сегодня, 2008, №6, с.346-353.

22. Левин Б.А., Мамаев Э.А., Багинова В.В. О концепции построения моделей производственно-транспортных систем.// Наука и техника транспорта, 2003, №4, с.8-17.

23. Дмитренко А.И. Методика статистического моделирования транспортных процессов.// Сборник научных трудов ВНИПТИМЭСХ. – зерноград: 2002. - 126с.

24. Сидорчук О.В., Сидорчук Л.Л., Днесь В.І. Системні засади управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур./ Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету, 2010, №18, с.395-400.

25. Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик В.І. Концептуальна формалізація конфігурації проектів зернозбирально-транспортних систем./ Межвузівський збірник «Наукові нотатки», - Луцьк: 2014, вип.№46, с.479-483.

26. Сидорчук О.В., Дуганець В.І., Днесь В.І. Метод узгодження збиральних і транспортних робіт у процесі оперативного їх планування./ Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр, 2012, №1/10, с.35-38.

27. Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1982. – 256 с.

28. Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління. – Київ, 2008. 544 с.

29. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.

30. Савин В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: Справочное пособие. – М.: Дело и сервис, 2002. – 544 с.
31. Правила перевезення цибулі. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/view/REG2568?an=507>.
32. Вимоги безпеки під час перевезення вантажів транспортними засобами. Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/vymogy-bezpeky-pid-chas-perevezennya-vantazhiv-transportnyy-zasobamy>.
33. Сакур М.М., Нагорнюк В.Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: навчальний посібник. – Одеса «Видавництво», 2009.- 187 с.
34. Рогач Ю.П. Пожежна безпека / Ю.П. Рогач. – Сімферополь, Таврия Плюс, 2001. – 124с.
35. Внутрішні вантажні перевезення в умовах стримування COVID-19. Режим доступу: <https://mbusinesspartner.com.ua/vantazhni-perevezennia>.
36. Луценков В.Л., Бутко Д.А., Крыжачковский Н.Л. и др. Контроль тракторов, комбайнов и автомобилей по показателям безопасности. – К.: Урожай, 1993 – 296 с.