

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА О.Д. СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня «Магістр»

на тему:

**Удосконалення системи оперативного керування парком
автотранспортних засобів і тракторів агропідприємства**

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-62
Спеціальності 274 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Хілярський І. П.

(Прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Кузьмінський Р.Д.

(Прізвище та ініціали)

Рецензент: _____.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФ. О.Д. СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Хілярському Ігору Петровичу

1. Тема роботи: *Удосконалення системи оперативного керування парком автотранспортних засобів і тракторів агропідприємства*

Керівник роботи: Кузьмінський Роман Данилович, д.т.н., в.о.професора
Затверджена наказом по університету від 28.04.2023 року № 133/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи – 15.01.2024 року.

3. Початкові дані: *Огляд відомих досліджень за 5 останніх років. Технічні вимоги до перевезення вантажів, які швидко псуються. Чинні транспортно-технологічні схеми доставки продуктів харчування. Технічні характеристики спеціалізованого рухомого складу.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. *Стан питання в теорії і практиці.* 2. *Теоретичні засади дискретного моделювання та оптимізації транспортно-технологічної схеми.* 3. *Експериментальні дослідження роботи парків спеціалізованих АТЗ.* 4. *Аналіз результатів досліджень і розроблення практичних рекомендацій.* 5. *Охорона праці.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових рисунків):

1,2 Атрибути досліджень. 3. Схема виконання роботи 4. Приклади моделей транспортно-технологічних схем 5. Хронометражні спостереження 6. Блок-схема алгоритму 7. Результати експериментальних спостережень 8. Залежність необхідної кількості АТЗ 9. Залежність необхідної кількості АТЗ 10. Залежність собівартості 1 т-км 11. Параметричний ряд транспортно-технологічних схем 12. Висновки

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4	Кузьмінський Р.Д., д.т.н., доцент кафедри Агроінженеріїексплуатації та технічного сервісу машин ім. професора О.Д. Семковича			
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 25.09.2024 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання і написання 1-го розділу</i>	<i>25.09-8.10.2024</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Теоретичні основи диспетчерської системи»</i>	<i>9.10-18.10.2024</i>	
3.	<i>Виконання 3-го розділу</i>	<i>18.10-14.11.2024</i>	
4	<i>Розроблення практичних рекомендацій</i>	<i>14.11-21.11.2024</i>	
4.	<i>Виконання четвертого розділу: «Охорона праці»</i>	<i>21.11-30.11.2024</i>	
5.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та мультимедійної презентації</i>	<i>30.11-5.12.2024</i>	
6	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>30.11-5.12.2024</i>	

Студент _____ Хілярський І.П.
(підпис)

Керівник роботи _____ Кузьмінський Р.Д.

УДК 631.362.3

АНОТАЦІЯ

Хілярський І. П. Удосконалення системи оперативного керування парком автотранспортних засобів і тракторів агропідприємства. Дубляни: ЛНУП, 2020. 87 с., 15 табл., 17 рис. 17 бібл.

Зроблено огляд наукових методик обґрунтування структури парку автотранспортних засобів. Проаналізовано особливості функціонування виробничо-транспортного підприємства «Агросервіс». Розв'язано задачі формування парку вантажних автомобілів при детермінованому і випадковому попиті. Розроблено імітаційну модель. Проведено дослідження вантажопотоків. Розроблено заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СТАН ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ.....	7
1.1 Аналіз відомих досліджень експлуатації парків спеціалізованих засобів	7
1.2 Вибір структури парку транспортних засобів для обслуговування заданої транспортно-технологічної системи.....	12
1.3 Критерії ефективності експлуатації парків транспортних засобів	14
1.4 Технологічні процеси перевезення швидкопсувних вантажів	16
2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДИСКРЕТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ	23
2.1 Загальна методика досліджень.....	23
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПАРКІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АТЗ.....	38
3.1 Хронометражні спостереження за операціями транспортного процесу.	38
3.2 Визначення фактичних значень середніх технічних та експлуатаційних швидкостей	40
3.3 Моделювання транспортно-технологічних схем	43
4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ	48
4.1 Параметри парку спеціалізованих транспортних засобів.....	48
4.2 Тривалості технологічних операцій.....	57
4.3 Параметричні ряди оптимальної кількості автомобілів	65
ВИСНОВКИ.....	68
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	70
5.1. Умови праці на підприємстві	70
5.2 Техніка безпеки працівників. Інструктаж з техніки безпеки	71
5.3 Задачі для підприємства	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Розвиток с.г. підприємств передбачає збільшення обсягів постачання, відповідно до зростання попиту наявних споживачів, а також географічне розширення сфери збуту. Зазвичай цього неможливо зробити без збільшення провізної спроможності рухомого складу парку автотранспортних засобів. Однак, збільшення чисельності, або годинної продуктивності (за рахунок поповнення парку) АТЗ не дає пропорційного ефекту, бо обмеження на використання автомобілів накладають чинні транспортно-технологічні логістичні системи, такі як: особливості транспортної мережі, розмір гурту, особливість пакування, складування. Якщо концентрація виробництва набуває більших масштабів, то це зумовлює необхідність розширити територію їх споживання, а отже - використовувати складніші транспортно-технологічні системи.

Мета магістерської роботи – підвищити ефективність перевезення вантажів, які швидко псуються шляхом застосування оптимальної за критеріями витрачених часу коштів структури парку автотранспортних засобів.

Предмет досліджень. Залежність показників ефективності процесів постачання вантажів, які швидко псуються від структури парку спеціалізованих автотранспортних засобів.

Об'єкти досліджень. Процеси доставки тарних поштучних вантажів, які швидко псуються.

Задачі досліджень

1. Дослідити параметри матеріальних потоків: вантажів, які швидко псуються і спеціалізованих транспортних засобів, що їх перевозять.

2. Виконати структурне моделювання процесів роботи парків АТЗ за показниками тривалості і енергоощадності.

3. Розробити параметричні ряди транспортно-технологічних схем.

1 СТАН ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ

1.1 Аналіз відомих досліджень експлуатації парків спеціалізованих засобів

Розглядаючи системи доставки вантажів з позиції організації та керування автомобільними перевезеннями, можна відмітити, що в літературних джерелах будь-яку транспортну систему, яку аналізують, перед декомпозицією на складники, насамперед, класифікують для того, щоб визначити класи задач, які в даному випадку можна розв'язати [1]. В цьому відношенні надзвичайно ефективною є класифікація транспортних систем, запропонована В. І. Николиним [59]. І хоча основним критерієм класифікації дослідник вважає розмір вантажопотоків, різні види систем відрізняються потенційним ресурсом, який можна використати, якщо упорядкувати їх структуру, підпорядковуючи їх обґрунтованим організаційно-технологічним параметрам. Зокрема, середні системи – це сукупність декількох малих систем, діяльність яких підпорядковується єдиному організаційному режимові при формулюванні єдиної мети. У таких системах значно можна скоротити непродуктивні елементи, підвищити ефективність задіяних ресурсів лише на основі одного і того ж предметно-технологічного базису. Проте в жодній з відомих дотепер праць такі системи детально не досліджені.

Найбільш повно і комплексно аналізувались ТТС різних рівнів у працях А. І. Воркута [15]. Професор розглядав задачі узгодження роботи вантажних засобів та АТЗ, керування розмірами міжзмінних та міжопераційних компесаторів, вибіру раціонального рухомого складу для заданих (детерміновах) та випадкових замовлень. Вперше учений дійшов висновку, що обґрунтування розміру гурту вантажу для відправлення і його запасу на складі – задачі взаємопов'язані [26]. Проте далі таких висновків автор не поширив свої результати. Усі інші операції переміщення матеріальних потоків в просторі і часі залишились поза його увагою.

А у праці [16] та в роботах інших авторів основними для ТТС подібного рівня пропонується метод статистичного моделювання, який не забезпечує прогресивних рішень.

Транспортні процеси, що протікають у всіх ланках ТТС середнього класу, мають ряд особливостей, які залежать від роду вантажу, виду транспорту і його структури, галузевої характеристики, стану елементів логістичного процесу. В такому разі загострюється необхідність, щоб різноманітні логістичні технології могли бути з'єднані об'єднуючими моментами в єдиний технологічний процес в якому повинна бути дотримання єдиність логістичних принципів і єдиних вимог [3].

Для аналізу й синтезу ефективних ТТС застосовують методологічні принципи, основними з яких є:

- системний підхід – всі елементи логістичної системи розглядаються як взаємопов'язані та такі, що взаємодіють для досягнення єдиної мети функціонування; це передбачає оптимізацію функціонування не окремих елементів, а логістичної системи в цілому [8];
- принцип глобальної оптимізації — оптимізація ТТС потребує узгодженості локальних цілей функціонування елементів (ланок) системи з метою досягнення глобального оптимуму;
- мінімальної доцільності [1].

Методи, що зараз використовуються для розв'язання задач удосконалення транспортних процесів, не завжди цілком відповідають вимогам оперативності і точності розрахунків. Умовно їх усіх можна поділити на дві групи. Перша – це прості у використанні методи, які, однак, недостатньо повно описують структуру і технологію транспортної системи [2]. Друга група – методи, які дають добру уяву про структуру і технологію, наприклад, імітаційне моделювання, але складні в застосуванні на практиці, потребують значного масиву первинних даних та експертних оцінок [5]. Загальним недоліком існуючих методів розрахунку є їхня трудомісткість побудови, великі витрати часу і, як наслідок, низька оперативність

отримання результатів. Тому в сучасних умовах очевидна необхідність створення нових моделей функціонування ТТС. При цьому, об'єкт дослідження варто розглядати не тільки як сукупність декількох систем масового обслуговування, але і як єдину логістичну систему, робота якої повинна задовольняти вимогам, які пред'являються до транспортного процесу [8].

Заглом, переважаючими дотепер були методи теорії випадкових процесів [9], масового обслуговування [6], кореляційного та регресійного аналізу [9] та інші, які не враховували структуру ТТС, показники її динаміки та найголовніше – дискретний характер транспортно-технологічних процесів.

За обставин змінного випадкового попиту на перевезення для розв'язання задач обґрунтування параметрів транспортно-технологічних схем використовують методи стохастичного моделювання транспортно-накопичувальної системи. Проте, вони не розглядають транспортний процес як дискретний матеріальний потік і, як наслідок, не враховують об'єктивних втрат продуктивності АТЗ внаслідок вимушених організаційно-технологічних простоїв, які виникають в результаті невпорядкованості логістичних операцій. Крім того, коли йдеться про перевезення вантажів, які швидко псуються, застосування накопичувачів є невиправдане, бо це суттєво впливає на допустимий їх термін доставки.

Вперше транспортний процес як дискретну динамічну систему змодельовано у [9]. На прикладі простого транспортного циклу та кільцевих маршрутів дослідник показав, що вплив техніко-експлуатаційних показників на обсяги транспортної роботи має кусково-неперервний характер. Тобто існують такі ТТС, для яких сукупність умов виконання перевезень є оптимальною. Проте, автор обмежився лише транспортною частиною ТТС і не розглядав їх комплексно, у взаємодії. В подальшому такі ж підходи застосували інші дослідники [10]. Зокрема в дисертаційній роботі [13] розроблено методику складання раціональних графіків спільної роботи

навантажувально-розвантажувальних засобів і вантажних автомобілів, яка дозволяє знизити витрати на функціонування транспортного процесу за рахунок зниження непродуктивних простоїв технічних засобів у разі очікування вантажних автомобілів і простоїв вантажних автомобілів у пунктах навантаження-розвантаження під час обслуговування. Проте в цій, та іншій подібних роботах не враховано, що дискретний матеріальний потік – послідовно-паралельний. Адже вантажі, зокрема тарно-поштучні перевозяться, переміщуються, зберігаються гуртами різними за розміром. Ці гурти об'єднуються, подрібнюються, нагромаджуються, що ускладнює структуру транспортного процесу – з одного боку, і робить її більш придатною для заданих умов функціонування. В ТТС застосовуються автомобілі різні за вантажністю, а низинна транспортна мережа, як правило, характеризується багатоваріантністю маршрутів [14]. Отже, непродуктивні простоювання задіяних ресурсів в ТТС можуть бути скорочені за рахунок упорядкування послідовно-паралельних структур.

Удосконаленню моделей і методів послідовно-паралельного упорядкування і призначення робіт, а також розробці на їх засаді алгоритмів розв'язання задач ефективної організації транспортних процесів присвячена робота [14]. Автором розв'язано декілька різновидів задачі призначення і задачі розпаралелення двохетапних робіт на неідентичних машинах, розглянутих у класі задач послідовно-паралельного упорядкування робіт у дворівневій системі з $1 + m$ неідентичних машин. На основі запропонованого підходу послідовної побудови локальних оптимальних рішень розроблено програмний пакет *1 Plus Mmachine*, орієнтований на розв'язання задач з області теорії розкладів. Базові засади цієї теорії розкриті досить повно в роботах з дослідження операцій [3]. Проте, з точки зору цієї теорії, сучасні ТТС – це багатостадійні, сильно розгалужені системи. Тому названа методика має обмежене застосування. Адже вона формалізується в NP складні задачі, для яких нема точних розв'язків [7].

В інших джерелах транспортний процес розглядається як дискретний і

циклічний [6]. Для його дослідження використовують декомпозицію загального матеріального потоку на вантажопотоки і автомобілепотоки. Зрозуміло, що найбільшої ефективності він досягне тоді, коли ці потоки будуть взаємоузгодженими. Але таку задачу розв'язують поетапно, використовуючи методи динамічного програмування. В окремих випадках отримання оптимального розв'язку не гарантується [13].

В інших обслуговчих галузях, зокрема ремонті машин, відомі методи структурної оптимізації технологічних процесів. Встановлено, що їх показники ефективності залежать від організаційного параметра - такту, під яким розуміють час між переміщенням предмета праці на чергову технологічну позицію. Відносно такту впорядковують елементарні технологічні операції, часова і просторова взаємозалежність яких обумовлена властивостями матеріально-технічного базису - предмета праці, засобів та технології. Така методика є найбільш ефективною, коли предмет праці має складну ієрархічну будову, що дає змогу розчленувати технологічний процес на часткові взаємозалежні [4]. Процеси доставки поштучних тарних вантажів мають подібний зміст. Описану методику можна до них застосувати, якщо врахувати їх певні особливості. По-перше, організаційний параметр - такт для транспортних процесів, на відміну від ремонтно-обслуговчих, є змінною величиною, що впливає з гуртового характеру перевезень. По-друге, розгалуження в ТТС зумовлені не будовою об'єктів перевезення, а транспортною мережею і вантажомісткістю АТЗ.

Структурності математичного формулювання і нових способів розв'язання методологія впорядкування проектів (у вужчому розумінні - технологічних процесів деякої логістичної системи) набула в задачах, які базуються на мережному плануванні з використанням оргграфів [3]. Ця методологія не може бути використана для сформульованої нами проблеми через деякі відмінності. Зокрема, традиційно вважалось, що у проекті є один напрям матеріального потоку (МП) - від початкової вершини - до кінцевої (як правило - фіктивні операції). Якщо йдеться про два МП, що взаємодіють,

наприклад, автомобіле- і вантажопотік, то чіткого їх напрямку не існує. Автомобілепотік - циклічний за характером. Крім того, точного переліку операцій-вершин графа, якими моделюють МП, і який потрібно впорядкувати, немає. Інтенсивність кожної з відомої робіт проекту вважається відомою і постійною. Додатково потрібно дослідити, як такт впливає на структуру системи.

З цих причин актуальною проблемою стає розробка моделі функціонування дискретної ТТС як сукупності логістичних ланцюгів, які взаємодіють для забезпечення ефективних технологій вантажоруху.

1.2 Вибір структури парку транспортних засобів для обслуговування заданої транспортно-технологічної системи

На даний час в Україні спостерігається значне перевищення перевізних можливостей парків вантажних АТЗ над їх потребою і обсягами перевезень, які реально виконуються [4]. Одна з вірогідних причин – роздрібненість приватних перевізників, відсутність належної кооперації між ними. Те, що така ситуація склалась, могла спричинити сукупність обставин, при яких дрібні підприємства-перевізники можуть втрачати більше на кооперації, ніж отримувати від неї користь. Отже, актуальними є дослідження стосовно обґрунтування рівня взаємозв'язків і взаємодії окремих перевізників у транспортно-технологічній схемі.

Однією з важливих задач організації автомобільних перевезень є вибір ефективних АТЗ, які найповніше відповідають конкретним виробничим умовам. Ці умови оцінюють параметрами маршрутів (довжина ходки з вантажем, марний пробіг, тривалість простоїв, коефіцієнти використання пробігу тощо) та обсягами вантажів, які підлягають перевезенням. Вони можуть бути випадковими через випадковість процесу виникнення попиту, а також сталими через те, що підприємства мають постійних клієнтів, за якими закріплюють певні виробничі потужності.

Згідно з умовами використання, АТЗ поділяють на парк, постійно закріплений за певними об'єктами обслуговування і такий, який виконує випадкові замовлення [15]. Наявні у перевізників ресурси – АТЗ – є, як правило, різнотипними. Різнотипність означає, що автомобілі відрізняються призначенням і вантажністю. Тому задача вибору ефективних АТЗ переростає в задачу розподілу наявних ресурсів для виконання відомих замовлень. Якщо йдеться про тривалий період планування (сезон, рік, декілька років), то постає інша задача - формування раціональної структури парку АТЗ. Досить ефективно розв'язання таких задач запропонував в своїх працях А. І. Воркут. Проте, ним, та його послідовниками визнано, що комплексна задача вибору та розподілу АТЗ за призначеннями є надто складною і її розв'язування для практичних цілей – недоступне. Відомі чотири типові види виробничих задач, які на практиці розв'язують методами лінійного, нелінійного і стохастичного програмування. Кількість відомих методів, а також програмних засобів розв'язання є такою великою, що важко зорієнтуватись у виборі раціонального.

Складанню графіків спільної роботи вантажних автомобілів і вантажно-розвантажувальних пунктів як задачі оперативного планування перевезень присвячено чимало досліджень. Зокрема, проблема часової і просторової непогодженості виконання транспортних операцій розглядається як основна причина непродуктивних простоїв рухомого складу в очікуванні вантажно-розвантажувальних робіт [2]. Непродуктивні простої АТЗ, або вантажних засобів зумовлюють також несвоєчасну доставку вантажів одержувачами і, як наслідок – зниження ефективності всього транспортного комплексу. Запропонований в роботі [5] алгоритм складання графіків транспортного процесу базується на розбитті транспортного процесу на такти. При цьому тактом вважається проміжок часу, протягом якого відбувається обслуговування всіх автомобілів, що беруть участь у перевезенні, за одну їзду. Проте, у ширшому розумінні тактом вважають період між початками (закінченнями) двох якісних змін елемента матеріального потоку – сусідніх

ЕЛЮ. Такт є оберненою відносно інтенсивності дискретного матеріального потоку величиною.

Загальним недоліком відомих методів визначення необхідної кількості автомобілів і формування структури парку АТЗ є те, що матеріальні потоки в системі доставки готової продукції не розглядаються як дискретні і такі, що підпорядковуються певному такту. Такими матеріальними потоками в ТТС доставки є вантажопотоки і автомобільні потоки. Вантажі, як готова продукція, поділяються на пакети, або вантажні місця, розмір яких залежить від обраної технології пакування, обсягів виробництва і постачання та інших чинників.

1.3 Критерії ефективності експлуатації парків транспортних засобів

ТТС вибирають за критерієм сумарних грошових витрат на одну тону перевезеного вантажу, які залежать від вантажності, середньої технічної швидкості та рівня завантаженості АТЗ - з одного боку, тривалості підготовчих, навантажувально-розвантажувальних операцій - з іншого [10].

Розглядаючи залежності цього параметра від довжини поїздки з вантажем, виробляють рішення стосовно доцільності схем з перевантаженням, вибору АТЗ за вантажністю [8]. Така методика може використовуватись для простих збутових мереж, а також тоді, коли зміна розміру гурту вантажів в логістичному ланцюгу не передбачається (рис.1.1).

В інших роботах [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] критерієм оптимізації ТТС доставки, залежно від вимог, які пред'являють споживачі, є мінімум витрат часу на доставку (T) або мінімум грошових витрат на доставку (Z) продукції споживачам, мінімальні витрати вантажовідправника і вантажоодержувача на оплату послуг логістичних посередників. У [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] вибір оптимальної транспортно-технологічної схеми приймається на основі найменшої загальної вартості виконання замовлення для клієнта. В тому випадку, коли існують варіанти

близькі за значення вибір ТТС доставки рекомендується варіант при якому транспортно-експедиційне підприємство отримує максимальний прибуток.

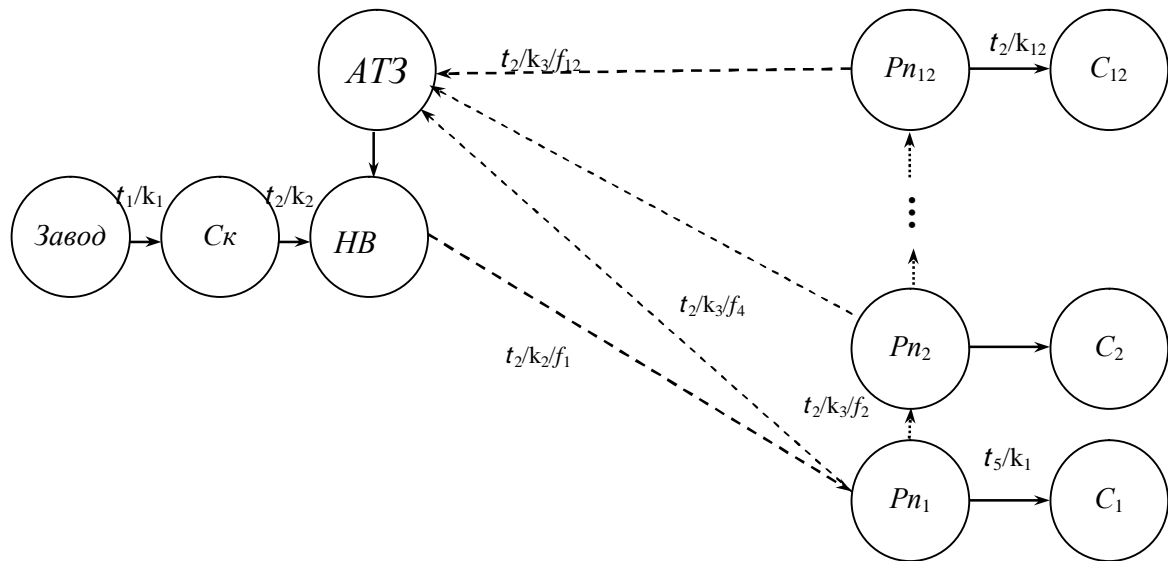


Рисунок 1.1 – Модель логістичної схеми збуту за одного кільцевого маршруту, вершини: АТЗ – парк АТЗ, Ск – формування транспортного гурту; НВ – сполучення вантажного і автомобіле-потоків; Рп₁...Рп₁₂ – розділення сполучення вантажного і автомобіле-потоків; С₁...С₁₂ – споживачі; τ₁, τ₂ – такти, k₁... k₁₂ – розмір гурту матеріальних потоків; f₁... f₁₂ – фронт автомобілів на маршрутах

Для середніх ТТС потрібна інша система цілей та критеріїв.

Якщо до уваги брати кошторисний критерій, то для комплексного розв'язання виробничих задач план перевезень повинен задовольняти один з можливих варіантів:

- мінімальні витрати на виконання усього обсягу перевезень:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \times q_{ij} \times x_{ij} \text{ ® min ,} \quad (1.1)$$

- максимальний загальний прибуток:

$$\Pi = \mathop{\text{a}}_{i=1}^n \mathop{\text{a}}_{j=1}^m p_{ij} \times q_{ij} \times x_{ij} \text{ ® max,} \quad (1.2)$$

- максимальна продуктивність усього парку АТЗ

$$W = \mathop{\text{a}}_{i=1}^n \mathop{\text{a}}_{j=1}^m w_{ij} \times x_{ij} \text{ ® max} \quad (1.3)$$

де x_{ij} – змінна плану перевезень; w_{ij} , c_{ij} , p_{ij} , q_{ij} – відповідно, продуктивність, собівартість, питомий прибуток, розмір гурту (фактична вантажність) i -го АТЗ на j -му завданні.

Зроблено аналіз сучасного стану теорії вибору критерію ефективності, який показав, що існуючі концепції визначення ефективності вимагають удосконалення і адаптації цих критеріїв до ринкових умов.

В роботі [16] був запропонований критерій ефективності, який представляє собою інтегрований сумарний ефект (E_{inm}) від скорочення витрат на перевезення (E_1), від залучення в оборот вільних коштів, отриманих при скороченні термінів транспортування вантажу (E_2), від зменшення втрат вантажу при перевезеннях (E_3), від зменшення екологічних збитків (E_4). такий критерій не можна пропонувати для досліджень ТТС, оскільки він не має оперативного характеру, а може бути рекомендований тільки для довготермінових проектів.

1.4 Технологічні процеси перевезення швидкопсувних вантажів

За наявними оцінками українські споживачі витрачають на продукти харчування від 60 до 70 відсотків своїх доходів. Асортимент м'ясних продуктів включає варені ковбаси (41 відсоток м'ясного раціону), сосиски і сардельки (23 відсотки м'ясного раціону), варено-копчені ковбаси (15 відсотків м'ясного раціону), копчені ковбаси (3 відсотки м'ясного раціону) та копчені м'ясопродукти. Аналіз ринкових каналів просування м'ясних продуктів, у тому числі виробництва, переробки, дистрибуції та продажу

(включаючи експорт), базується на дослідженні ринку та низці бесід з широким колом респондентів, серед яких були виробники, працівники переробних підприємств, посадовці та фахівці роздрібною торгівлі. Представники таких підприємств вважають, що головними перешкодами у розвитку галузі є низька якість та недостатнє постачання. Водночас, великі переробні компанії та фабрики, що виготовляють ковбасні вироби, відрізняються один від одного якістю, дотриманням санітарних вимог та ринковою стратегією. Деякі з них орієнтуються на малозабезпеченого споживача, виробляючи великий обсяг масової продукції. Вони використовують «старі радянські» підходи та технології виробництва. І навпаки, існують великі переробні підприємства, що доклали вражаючих зусиль до переобладнання виробництва, поліпшення якості продукції, санітарних стандартів та своєї загальної репутації.

Доставка ВШП є елементом інших функціональних областей логістики: закупівля (матеріально-технічне постачання), збут готової продукції (організація руху товару по розподільній мережі) (рис. 1.2). Традиційні методи торгових постачань передбачають ряд етапів. Зазвичай до числа цих етапів відносять:

- гуртові закупівлі товару у фірми-оптовика або безпосередньо у виробника;
- доставку і розвантаження на власному складі;
- розміщення на зберігання;
- прийом замовлень у покупців;
- формування партій товару відповідно до замовлень;
- організацію доставки товару покупцям від власного складу безпосередньо або через розподільну мережу.

Нерідко можлива зміна порядку, коли товар у оптовика або виробника отримується під конкретне замовлення покупця і доставляється йому без перевантаження на власні складські площі безпосередньо від оптовика (виробника). Після ухвалення рішення про організацію доставки товару

вибирається раціональна транспортно-технологічна схема. Визначається ефективність можливих транспортно-технологічних схем і обґрунтовується вибір варіанту доставки.

Показником ефективності транспортно-технологічної схеми частіше вибирають приведені витрати коштів на доставку 1 т вантажу.

Одним з перших питань, яке вирішується при аналізі варіантів транспортно-технологічної схеми доставки, є вибір - хто здійснюватиме доставку: постачальник (власним або замовленим ним транспортом) або одержувач товару.



Рисунок 1.2 – Елементи розробки та використинна ТТС

ТТС доставки товару в загальному випадку включає ряд основних етапів.

Етап 1. Формування вантажних одиниць. На підставі даних про можливі схеми транспортування визначаються вантажні одиниці. Для їх

позначення використовують також терміни: "одиниці вантажу" (ЕТГ), що транспортується, або "юніти" (від "Unit cargo", "Unit load" – вантажна одиниця, одиниця вантажу або "Transport unit" – одиниця транспортування). Близькі по характеристиках товари об'єднуються разом і далі переміщуються по ланцюгу доставки товару як єдине ціле. На цьому етапі відбувається об'єднання (консолідації) вантажів першого рівня.

Формування вантажної одиниці є підготовкою продукції до передачі на транспорт. Основними видами витрат на цьому етапі експлуатаційні витрати і капітальні вкладення на затарювання вантажу, формування пакетів, придбання (оренду) піддонів або інших засобів пакетування, контейнерів і т.п.

Етап 2. Завантаження сформованих вантажних одиниць на транспортні засоби. На цьому етапі відбувається взаємодія двох ланок логістичного ланцюга: складу вантажовідправника і транспортних засобів перевізника. Це достатньо складний процес, що вимагає значних зусиль по плануванню і оперативному управлінню (диспетчеризація). Для визначення витрат на вантажні роботи необхідно визначити спосіб виконання цих робіт і тип навантажувально-розвантажувального устаткування.

Етап 3. Підвезення вантажів до терміналу магістрального виду транспорту. Цей етап (місцева доставка) може бути відсутнім, якщо доставка здійснюється безпосередньо від вантажовідправника до одержувача. Проте система розподілу зазвичай включає ряд ланок, на яких здійснюється сортування, накопичення і перерозподіл вантажних одиниць.

Етап 4. Об'єднання (консолідація) на терміналі вантажних одиниць, що мають адреси доставки в одному напрямі. На терміналі виконуються транспортно-складські операції по переформовуванню вантажних одиниць і завантаження вантажів на магістральний транспорт.

Етап 5. Перевезення вантажів магістральними видами транспорту. Витрати на перевезення вантажу визначаються залежно від варіанту транспортної схеми.

Етап 6. Транспортний-складські операції на етапі розвантаження

вантажів в терміналі пункту призначення вантажу.

Етап 7. Вивіз вантажу з терміналу магістрального виду транспорту і доставка його на постачальницько-збутові бази (складські розподільні центри).

Етап 8. Доставка вантажу з бази кінцевому споживачеві. На цьому етапі також здійснюється взаємодія транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів. Використовуються в основному автомобілі малої і середньої вантажопідйомності. Велика частка перевезень по розвізних маршрутах.

Етап 9. Контроль виконання доставки відповідно до вибраної транспортно-технологічної схеми. Проводиться оцінка ефективності вибраної схеми і якості роботи виконавців. Проводяться остаточні фінансові взаєморозрахунки.

Можливі такі основні варіанти переміщення вантажу від виробника до споживача:

- виробництво – споживання;
- виробництво – склад виробництва – споживання;
- виробництво – склад виробництва – склад споживання – споживання;
- виробництво – склад споживання – споживання;
- виробництво – станція відправлення вантажу – станція отримання вантажу – споживання;
- виробництво – склад виробництва – станція відправлення вантажу – станція отримання вантажу – склад споживання – споживання;
- виробництво – склад виробництва – станція отримання вантажу – споживання;
- виробництво – станція відправлення вантажу – склад споживання – споживання.

Це найпростіші схеми переміщення вантажу від виробника до споживача. Системи виробництва і постачання, як правило, включають цілі мережі взаємозв'язаних виробництв і складів декількох ступенів, які

розрізняються місткістю і особливостями зберігання. Робота окремих ланок залежить від ритму виробництва і стану запасів в інших ланках.

Чинну транспортно-технологічну схему за якою працює досліджуване нами підприємство „Барком” представимо за допомогою схеми зображеної на рис.1.3.

На даній схемі використані такі умовні позначення:

- 1- пакування продукції;
- 2- пакування продукції в тару;
- 3- накопичення продукції;
- 4- транспортування продукції з ділянки пакування до складу готової продукції;
- 5- облік продукції при поступленні на склад;
- 6- зберігання продукції на складі;
- 7- облік продукції при отриманні її зі складу;
- 8- розподіл продукції між автомобілями;
- 9- завантаження продукції на автомобіль;
- 10- транспортування продукції в магазини;
- 11- розвантаження продукції;
- 12- облік продукції при отриманні в магазині.

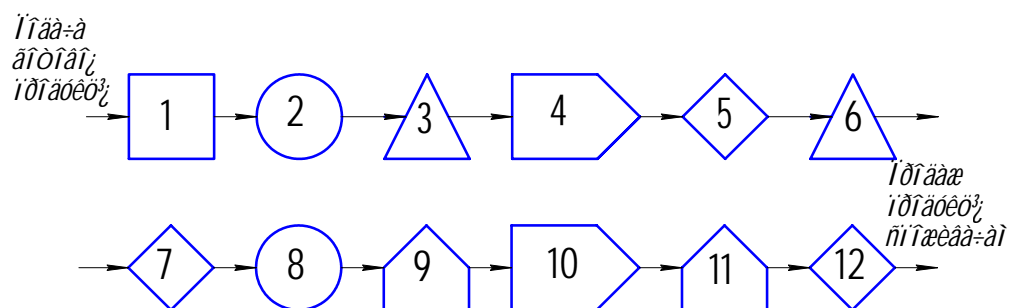


Рисунок 1.3 – Чинна ТТС підприємства „Барком”

Готова продукція надходить на ділянку пакування де відбувається її пакування для кращого зберігання при перевезеннях. Після цього її

складають в тару, якою в даному випадку є ящики місткістю 20 кг. Після накопичення ящики транспортують на склад де вони зберігаються до моменту завантаження їх на автомобіль. На даному підприємстві передбачено 3 фронти навантажувальних робіт, тобто одночасно можна завантажувати до трьох автомобілів. Навантаження відбувається вручну – на один автомобіль передбачено два вантажника. Після завантаження та оформлення відповідних документів автомобілі рухаються до магазинів.

Для перевезення продукції використовуються 4 автомобілі Mercedes 408D та один автомобіль Fiat Ducat, які максимально можуть перевозити до 100 ящиків готової продукції. Крім цього на підприємстві є автомобілі MAN з ізотермічними фургонами, які призначені для постачання свіжої сировини для виготовлення ковбас на інших видів продукції. Вантажопідйомність таких автомобілів становить 5т. Усі автомобілі є власністю підприємства.

Мережа збуту продукції є досить широкою. У м. Львові працює 24 фірмових магазини даного підприємства. Мережа магазинів є такою, що автомобілі розподілені по трьох напрямках руху. Враховуючи те, що попит магазинів в середньому становить 300 кг на добу, а автомобілі перевозять до 2т, то вони рухаються по розвізних маршрутах. Дане підприємство знаходиться поблизу м. Львова – в с. Підбірці, що дозволяє автомобілям робити по дві їздки на день. За день автомобілі виконують пробіг від 80 до 100 км., рухаючись з середньою технічною швидкістю 15-20 км/год., оскільки практично усі автомобілі рухаються через центральну частину міста де швидкість є малою. Розвантаження автомобілів в місцях збуту також відбувається вручну і триває не більше 10-15 хв., в залежності від партії продукції, яка розвантажуються.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДИСКРЕТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Загальна методика досліджень

Науковою школою, очолюваною академіком НАН України Г. Є. Пуховим, у свій час [11] були визначені принципи і технічні рішення щодо побудови електричних та електронних моделей, зокрема, для типових задач потокової (мережевої) оптимізації, за якими пошук оптимуму досягається мережевою моделлю у вигляді орієнтованого графу, де вузли моделюються аналоговими [2; 3] чи гібридними (цифро-аналоговими) [4] уніфікованими пристроями (процесорами типу багатополіусника із гнучкою структурою) для автоматичного визначення екстремуму вхідних величин, а орієнтовані дуги визначають інформаційні зв'язки між вузлами. За такими принципами створення електронної моделі певного процесу зводиться до формування набору універсальних процесорів пошуку екстремуму вхідних величин, визначення характеристик і по'єднання їх між собою згідно з топологією мережі.

Використовуючи таку дискретно-подійну модель, можна графічно відобразити будь-яку частину ТТС, або систему цілісно. Наприклад, на рис. 2.1 показано модель транспортного пункту, головною функцією якого є виробництво, а також пакування і відвантаження транспортних пакетів з розмірами k_2, k_3 . Його робота полягає в тому, що вироби спочатку об'єднуються в гурти розміром k_1 і в такому виді надходять на розподіл потоків (ЕЛО $2d$), в результаті якого, виходячи з виразу (2.1), утворюються два повільніші потоки, оскільки $t_{2,3} \ll t_{1,2}$ і $t_{2,4} \ll t_{1,2}$. Розподіл потоків на операції $2d$, а потім – на $5d$ виконують для того, щоб переформатувати їх у два різні за розміром гурти відправлень (k_2, k_3) , а також для інтенсифікації процесу навантаження за рахунок збільшення вантажного фронту. Так ЕЛО $6и, 7и, 8и$ відображають сполучення двох типів МП – вантажопотоків і автомобілепотоків (АТЗ), або, інакше, – навантаження по трьох фронтах.

При цьому різноманітність за розміром гуртів вибирається з міркувань відповідності вантажності автомобіля розміру вантажного гурту: $q_{\phi,i}^{opt} = k_i$, де $q_{\phi,i}^{opt}$ – оптимальна фактична вантажність АТЗ за критерієм мінімальних енерговитрат на одиницю транспортної роботи. З транспортного пункту „виробництво” виходять три МП, які, хоча є несинхронними (відрізняються тактом і моментом початку), але організаційно залежать від параметрів $\tau_{1,2}$ і k_1 .

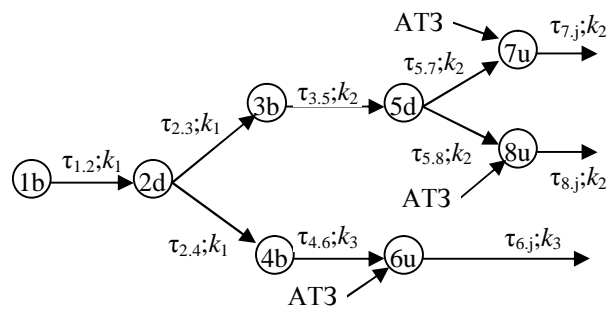


Рисунок 2.1 – Приклад моделі транспортного пункту „виробництво”: 1-8 – номери ЕЛО; b, d, u – типи ЕЛО, $t_{i,j}$ – такт руху МП після перетворення на i -й ЕЛО; k_i – розмір гурту елементів МП

Приклад моделі іншого, проміжного вузлового пункту – терміналу, на якому виконується перенаправлення МП за напрямками, показано на рис.2.2.

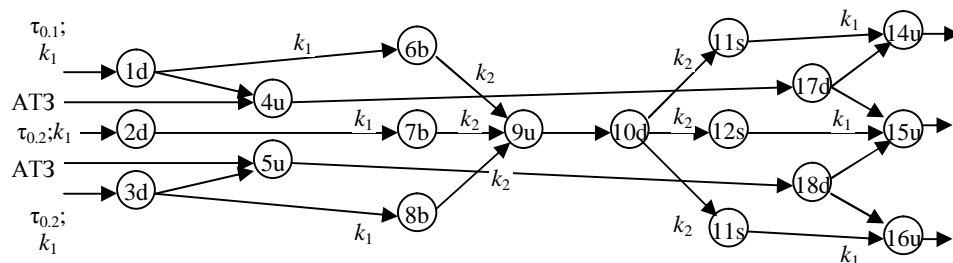


Рисунок 2.2 – Приклад моделі транспортного пункту „термінал-перенаправлення потоків”

Зауважимо, що ЕЛО типу b в детермінованій моделі не може використовуватись для того, щоб згладити коливання параметрів вхідних МП. Кожну з названих ЕЛО можна графічно змоделювати як дугу між двома вершинами, одна з яких означає початок впливу на переміщення МЕ, інша - закінчення. Оскільки в даній роботі йдеться про дискретний МП, то перебіг ЕЛО описується трьома величинами: тактом - t , розміром гурту - k , та кількістю фронтів - f (надалі - фронтом).

Такт - це період між початком (закінченням) двох сусідніх ЕЛО. Якщо ці ЕЛО - прямоточні (фронт їх виконання дорівнює одиниці), то виконується нерівність:

$$t \geq t_{AB}, \text{ хв.} \quad (2.1)$$

де t_{AB} - ймовірна тривалість виконання ЕЛО A , хв.



Рисунок 2.3 – Зв'язок такту з тривалістю ЕЛО

Допустимо, що мають місце дві ЕЛО, які відображено на рис. 2.4.

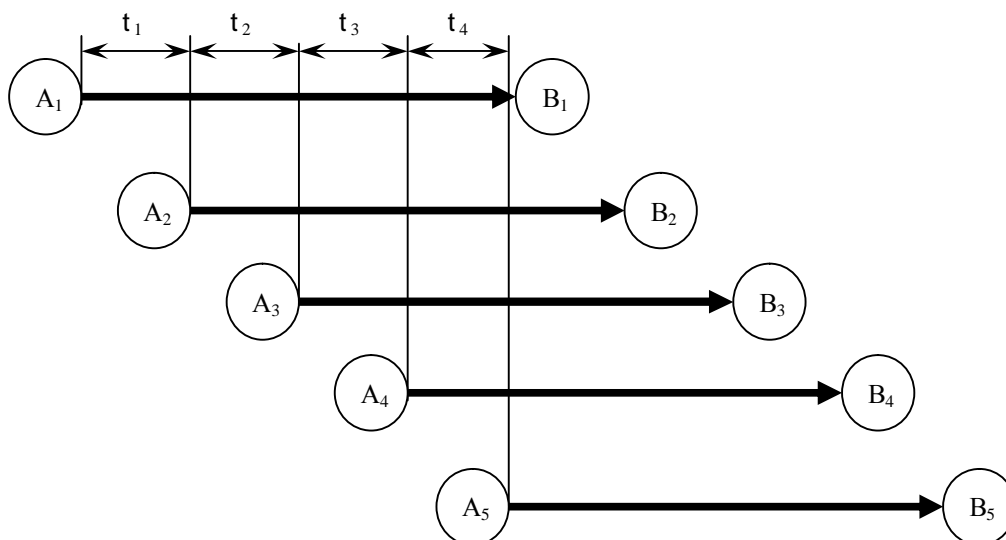


Рисунок 2.4 – Зв'язок такту з тривалістю елементарних логістичних операцій, для яких числове значення фронту: $f > 1$

Якщо ЕЛО A виконана в момент t_1 , то це означатиме, що з цього моменту МЕ перестане переміщатися, тобто наступить операція зберігання. Проте, ЕЛО B ще не настала. Отже, нерівність (2.1) перекриє означенню ЕЛО. В строгому розумінні потрібно замість нерівності (2.1) приймати рівність, а між тактом і тривалістю двох сусідніх ЕЛО повинні існувати детерміновані зв'язки.

Якщо розглянути ЕЛО (рис. 2.4), яка розпочинається в моменти часу A_i , а завершується в моменти B_i , $i = 1 \dots n$, то за означенням тактом назвемо відрізки часу, між початками (завершеннями) двох ЕЛО i та $i+1$. Як видно з рис. 2, тривалість операції $A - t_{A_i B_i} > t_i$. Якщо припустити, що $t_i = \text{const}$, то цю тривалість можна знайти із співвідношення:

$$t_{AB} = t \times f, \quad (2.2)$$

де f - фронт елементарних логістичних операцій - ціле невід'ємне число.

Отже, тривалість і такт ЕЛО в загальному розумінні - не тотожні.

Під терміном фронт МП розумітимемо ті ЕЛО, між якими не існує жодного відношення порядку [8].

Розглянемо міжопераційні зв'язки, використовуючи запропоновану класифікацію ЕЛО та їх основні параметри - t , k , f . Оскільки дискретні зміни МП відбуваються в кінцевій з двох вершин, що відображають ЕЛО, то взаємозв'язок параметрів сусідніх ЕЛО потрібно шукати саме у ній.

Міжопераційні зв'язки ЕЛО залежать від їх виду.

Розподільчі ЕЛО однорідного МП характерні тим, що $k = \text{const}$ (рис. 2.5).

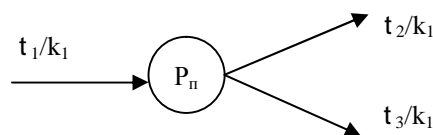


Рисунок 2.5 – Зв'язок параметрів розподільчих ЕЛО з однорідними МЕ

Такт вхідного до вершини P_n МП - t_1 є більшим, ніж такти розподілених МП: $t_1 > t_2$, $t_1 > t_3$. Оскільки такт - обернена до інтенсивності МП величина [8], а для нерозривного МП зберігається рівність $m_1 = m_2 + m_3$, де m_1 - інтенсивність вхідного МП, m_2 , m_3 - інтенсивності розподілених МП, то для таких ЕЛО характерне співвідношення тактів:

$$\frac{1}{t_1} = \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}. \quad (2.3)$$

ЕЛО скупчення характерні тим, що МП у них не розділяється. Такт і розмір гурту МЕ для таких операцій є змінними (рис. 2.6).

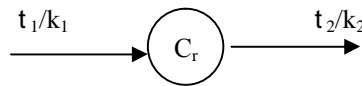


Рисунок 2.6 – Зв'язок параметрів ЕЛО скупчення однорідного МП

Якщо $k_2 > k_1$, то $t_2 > t_1$, тобто для ЕЛО скупчення характерне співвідношення:

$$t_2 = \frac{k_2}{k_1} t_1. \quad (2.4)$$

ЕЛО подрібнення характерна тим, що для неї $k_2 < k_1$, а $t_2 < t_1$. За характером вона є оберненою до ЕЛО скупчення і для неї також може використовуватись співвідношення (4).

ЕЛО сполучення матеріальних потоків поділяються за їх однорідністю: сполучення однорідних (однакових за споживчими властивостями) і неоднорідних МП (наприклад вантажів та автомобілів). Упускаючи фізичний зміст самого МП, цю класифікацію означимо за розміром гурту МЕ. Якщо сполучаються однорідні МП (рис. 5), то $k_1 = k_2 = K$, а такт сполучених потоків визначиться із співвідношення:

$$\frac{1}{t_s} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{t_i}, \quad (2.5)$$

де t_i - такт i -го вхідного МП.

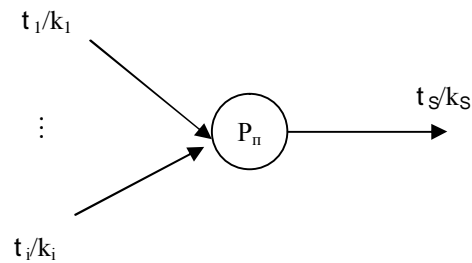


Рисунок 2.7 – Зв'язок параметрів ЕЛО сполучення однорідних МП

Якщо вхідні МП, що сполучаються відрізняються розміром гурту $k_1^{-1} k_2^{-1} \dots k_i^{-1}$, тобто є неоднорідними, то для визначення такту t_s і розміру гурту сукупного МП - k_s , потрібно зробити додаткові перетворення - звести МП до спільного розміру гурту (рис. 2.8, а) і для зведених вхідних МП - обчислити нове значення такту (рис. 2.8, б).

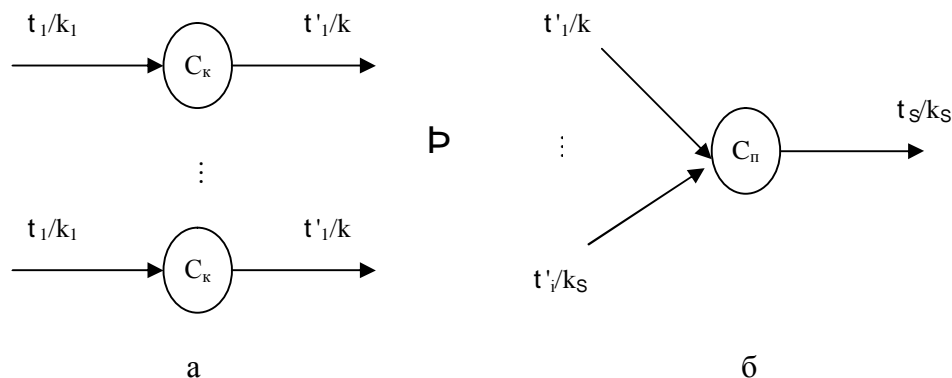


Рисунок 2.8 – Зв'язок параметрів неоднорідних МП: а - попереднє зведення до спільного розміру гурту; б - обчислення сумарного такту

Зводячи вхідні МП до єдиного розміру гурту, використовують формулу (2.5). В окремих випадках, коли йдеться про злиття двох неоднорідних за фізичним змістом МП, наприклад, вантажопотоків і автомобілепотоків, формулу (2.5) використовувати не можна, оскільки сумарний МП (потік завантажених автомобілів) не має таких ж споживчих якостей, що й вхідні МП. Якщо вантажопотік має параметри t_1, k_1 , а автомобілепотік - t_2, k_2 , то сумарних МП може бути, в загальному випадку два - потік завантажених

автомобілів з параметрами t_3, k_3 і потік ненавантажених автомобілів - t_4, k_3 , який утворився тому, що $k_1 < k_2$ і $t_1 > t_2$. Величина k_3 має зміст дійсної вантажомісткості автомобіля.

Обчислення параметрів вихідних за параметрами двох неоднорідних вхідних МП потрібно проводити в такому порядку:

звести вхідні МП із параметрами t_1, k_1 , і t_2, k_2 , до спільного розміру гурту - k_3 , використовуючи формулу (4) із новими значеннями тактів - $t\phi, t\phi$;

обчислити нове значення такту спільного МП: $t_3 = \max\{t\phi, t\phi\}$;

обчислити числове значення такту надлишкового МП (який не сполучився з іншим):

$$t_4 = \frac{\max\{t\phi, t\phi\}}{\frac{\varphi t_3}{t_{\min}} - 1}, \quad (2.6)$$

де t_{\min} - такт меншого за розміром гурту вхідного МП.

Типовою ЕЛО, для якої $f > 1$ і справедлива рівність (2.6) є операція транспортування вантажів декількома транспортними засобами одночасно. В цьому прикладі фронт ЕЛО співпадає з кількістю АТЗ, які одночасно знаходяться у фазі завантаженої поїздки. Отже, якщо відома тривалість поїздки автомобіля з вантажем t_e і кількість автомобілів n_a , які одночасно цю поїздку виконують, то фронт такої ЕЛО можна знайти:

$$f = \frac{t_e}{n_a}, \quad (2.7)$$

де квадратні дужки означають ділення без остачі.

Тривалість доставки вантажу від першої до n -ої ланки логістичного ланцюга визначиться з виразу:

$$T = \sum_{i=1}^n f_i \times t_i, \quad (2.8)$$

Враховуючи класифікацію та взаємозв'язок параметрів елементарних логістичних операцій відомі логістичні операції [9] можна подати як множину елементарних.

Складування - це короточасна зупинка декількох матеріальних елементів при їх переміщенні в просторі послідовними чи паралельними потоками. В конкретному розумінні - це збільшення розміру гурту МЕ за рахунок зменшення швидкості їх просторового переміщення.

Транспортування - переміщення декількох матеріальних елементів разом з іншими матеріальними елементами, які являють собою енергетичні носії.

Комплектування - це таке ж складування, тільки стосується неоднорідних за споживчими властивостями матеріальних потоків.

Навантаження (розвантаження) - сполучення (розділення) МЕ, які мають основні споживчі властивостями з тими, які є енергетичними джерелами просторового переміщення.

Пакування - це сполучення МЕ з основними споживчими властивостями з тими, які мають захисні властивості (з пакуванням). Захист пакуванням - це своєрідне уможливлення продовженої тривалості МП.

Укрупнення вантажних одиниць - це сполучення МЕ, які мають основні споживчі властивості.

Зберігання - це теж складування, тільки йому може передувати ЕЛО пакування.

Враховуючи таке подання логістичних операцій, можна будь-який чинний логістичний процес, який являє собою сукупність матеріальних потоків, також подати у вигляді множини взаємопов'язаних ЕЛО. Якщо дотримуватись принципів неперервності та ритмічності МП [9], то детермінований зв'язок можна встановити між будь-якими двома ЕЛО в

усьому процесі. Задаючись певними критеріями та обмеженнями, можна знайти оптимальний варіант логістичної схеми.

Розглянемо тривіальний приклад структурної оптимізації логістичної схеми доставки ВШП. Нехай задано транспортну мережу (рис.2.9), яка складається з пункту виробництва таких вантажів - Pn_1 , пунктів його споживання C_1, C_2, C_3 , та деяких проміжних пунктів. Такт виробництва t_1 - змінний, залежить від інтенсивності споживання продукції в пунктах C_1-C_3 . З іншого боку, тривалість доставки вантажу споживачів зі складу C_k становить, відповідно, T_1, T_2, T_3 . Враховуючи, що продукти є такі, що швидко псуються, для них існує обмеження T_d за тривалістю доставки від Pn_1 до кожного з пунктів C_1-C_3 . Зрозуміло, якщо з організаційних причин умова $T_d \geq T_i$ не може бути виконана, то до i -го споживача вантаж не доставляють.

До складу готової продукції C_k з автопарку A подаються порожні автомобілі під завантаження, яке завершується в C_n . Такт подачі вантажних автомобілів t_3 обмежений їх наявністю в парку, тобто максимальною інтенсивністю використання парку АТЗ:

$$m_{ATZ} = \frac{1}{t_3}, \text{ АТЗ / год.} \quad (2.9)$$

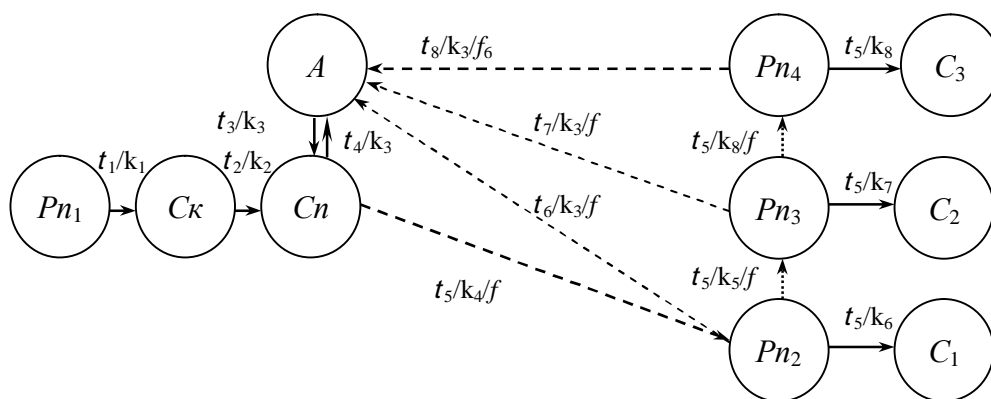


Рисунок 2.9 – Приклад транспортної схеми

Вантажомісткість АТЗ можна виміряти максимальною кількістю вантажних місць k_3 . Реальна завантаженість АТЗ - k_4 є меншою, ніж номінальна. Її можна застосувати як захід з підвищення інтенсивності процесу доставки - зменшення тривалості простою під навантаженням - розвантаженням. Навантаження АТЗ відбувається на складі готової продукції - C_n вантажним гуртом розміром k_2 . Частина АТЗ, через неузгодженість з процесом виробництва і складування може бути не завантажена. Теоретично вони повертаються в парк з тактом t_4 , хоча фактично під завантаження в пункт C_n подаються АТЗ з більшим тактом. Маршрут доставки вантажів є таким, що спочатку доставляється вантаж у пункт C_1 , далі - C_2 , наприкінці - C_3 . Розподіл вантажо- і автомобілепотоків відбувається в пунктах Pn_2-Pn_4 . При цьому частини разового вантажного гурту k_4 розподіляються між пунктами споживання на гурти k_6-k_8 . Інтенсивність споживання вантажів у кожному з цих пунктів визначиться за виразом:

$$\eta = \frac{k_i}{t_5}, \text{ гуртів/год.} \quad (2.10)$$

Така схема адекватна розвізному маршруту з варіантами. Якщо в першому пункті маршруту буде розвантажений увесь вантажний гурт $k_6 = k_4$, то маршрут стає маятниковим. Тому від кожної вершини Pn_2-Pn_4 до автопарку зображено можливі автомобілепотоки з відомим марним пробігом і фронтами f_4, f_5, f_6 . Підприємство, яке має в наявності обмежений за провізною спроможністю парк АТЗ може заспокоїти тільки обмежений попит. Тож потрібно знайти таку оптимальну логістичну схему, яка б задовольняла критерію:

$$\frac{k_6 + k_7 + k_8}{t_5} \text{ ® max,} \quad (2.11)$$

при обмеженнях:

- 1) на відомий попит споживачів: $\frac{k_6}{t_5} \leq \eta_1, \frac{k_7}{t_5} \leq \eta_2, \frac{k_8}{t_5} \leq \eta_3;$

2) на максимальну провізну спроможність парку АТЗ: $t_3 \leq \frac{1}{m_{AT3}}$;

3) на максимальну вантажомісткість АТЗ: $k_4 \leq k_3$;

на максимально дозволений час доставки до кожного із споживачів:

$$t_1 + t_2 + t_5(f_1 + f_2 + f_3 + 1) \leq T_d;$$

$$t_1 + t_2 + t_5(f_1 + f_2 + 1) \leq T_d;$$

$$t_1 + t_2 + t_5(f_1 + 1) \leq T_d.$$

Змінними в такій задачі є:

t_1 - такт виробництва, який повинен відповідати попиту;

k_6, k_7, k_8 - частини вантажного гурту, які розподіляються під час кожної вантажної поїздки до споживачів C_1, C_2, C_3 ;

рівень завантаженості АТЗ - кількість фактичних вантажних місць за одну поїздку - k_4 ;

розмір вантажного гурту - k_2 ;

такт подачі автотранспорту - t_3 .

Враховуючи вирази (2.2) - (2.9), використаємо у цій задачі залежності параметрів логістичних операцій:

$$t_2 = \frac{k_2}{k_1} t_1; t_4 = \frac{k_3}{k_2} t_2; t_5 = \max\{t_3, t_4\};$$

$$t_6 = t_5, \text{ якщо } k_5 > 0, t_6 = \infty, \text{ якщо } k_5 = 0;$$

$$t_7 = t_5, \text{ якщо } k_8 > 0, t_7 = \infty, \text{ якщо } k_8 = 0;$$

$$\frac{1}{t_3} = \frac{1}{t_6} + \frac{1}{t_7} + \frac{1}{t_8};$$

$$k_4 = k_6 + k_7 + k_8;$$

$$f_1 = \frac{T_1}{t_5}, f_2 = \frac{T_2}{t_5}, f_3 = \frac{T_3}{t_5}, f_4 = \frac{T_4}{t_6}, f_5 = \frac{T_5}{t_7}, f_6 = \frac{T_6}{t_8};$$

$$t_4 = \frac{\max\{t_2; t_3\}}{\frac{1}{t_5} - \frac{1}{t_3}}$$

де $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8$ - такт, відповідно, виробництва, пакування вантажного гурту виробів, подачі порожніх АТЗ під завантаження, відправлення ненавантажених АТЗ в парк (формальний параметр), подачі завантажених АТЗ на маршрут, відправлення розвантажених АТЗ від споживача C_1 , відправлення розвантажених АТЗ від споживача C_2 , відправлення розвантажених АТЗ від споживача C_3 ;

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$ - розмір гурту, відповідно, виробничого (приймаємо 1), вантажного, фактично завантаженого, доставленого до C_2 , розвантаженого у споживача C_1 , доставленого до споживача C_3 , розвантаженого у споживача C_2 ;

$f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ - фронти ЕЛО, відповідно, транспортування вантажу до C_1 , транспортування вантажу до C_2 , транспортування вантажу до C_3 , подачі порожнього транспорту від C_1 до АТП, подачі порожнього транспорту від C_2 до АТП, подачі порожнього транспорту від C_3 до АТП (T_1-T_6 - відповідні тривалості транспортування).

Використання запропонованого методу подано на найпростішій логістичній схемі – маятникових маршрутах при обслуговуванні власним автотранспортом збуту готових ВШП. Структурна модель схеми подана на рис. 2.10.

Зміст схеми полягає в тому, що виробництво виробів триває з тактом τ_1 і через цей проміжок часу випускається гурт товарів розміром k_1 . Перша вершина моделі Sk_1 символізує логістичну операцію скупчення – формування вантажного гурту обсягом k_2 . У загальному випадку числове значення k_2 є меншим максимальної фактичної вантажності АТЗ – k_a . Залежно від нього значення такту τ_2 визначиться з формули:

$$t_2 = \frac{k_2}{k_1} t_1, \text{ год.} \quad (2.12)$$

Вершина Pn_1 моделі символізує наступну операцію – розподілу матеріального потоку (вантажопотоку) за напрямками маршрутів.

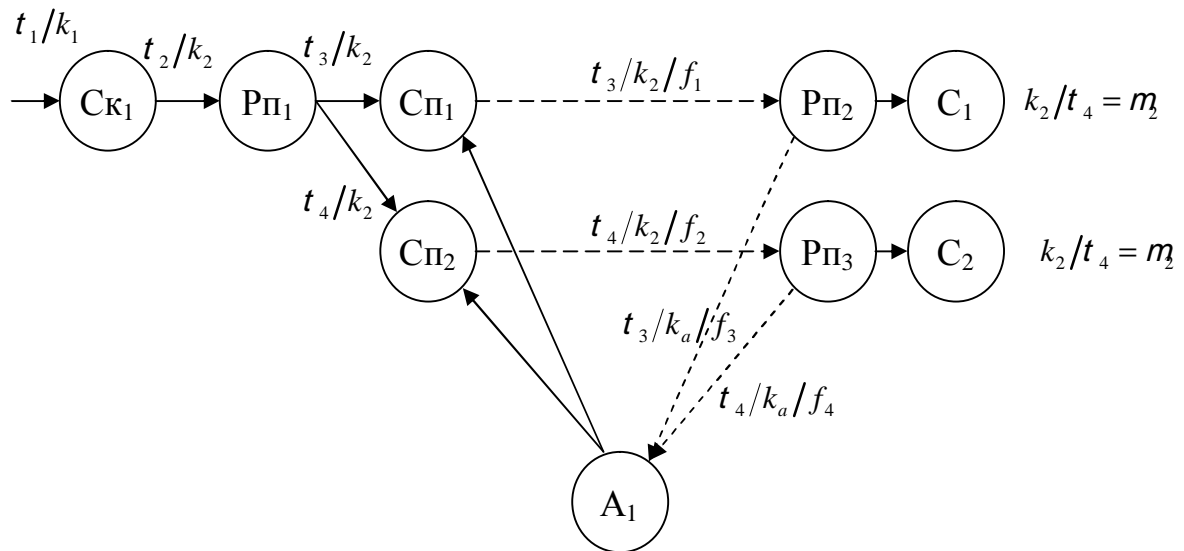


Рисунок 2.10 – Структурна модель логістичної схеми до прикладу застосування методики

Якщо таких напрямків у найпростішому випадку є два, як на рис. 2.10, то такти розподілу визначатимуться з умови збереженості потужності вантажопотоку:

$$t_2 = \frac{t_3 t_4}{t_3 + t_4}, \text{ год.}, \quad (2.13)$$

а розмір вантажного гурту залишається незмінним.

У вершинах $СП_1$ і $СП_2$ відбувається сполучення вантажопотоків і автомобілепотоків (навантаження). Для даного прикладу прийнято, що фронт навантаження дорівнює кількості маршрутів. Такт завантажених автомобілепотоків зберігає таке ж числове значення, що й такт розподілених вантажних гуртів, тобто на даному етапі $\tau_3, \tau_4 = const$.

Після завантаження автомобілі рухаються до споживачів C_1 і C_2 . У зв'язку із значною тривалістю цього руху на кожному маршруті може виникати фронт автомобілів у русі, який є більшим від одиниці. Так, наприклад, якщо довжина руху з вантажем до споживача C_1 становить 48 км, а до C_2 – 64 км (взято з реальних прикладів доставки молочних виробів на гуртові склади), а середня тривалість руху з вантажем ϵ , відповідно, 2,2 і 3,5 год., то фронт автомобілів, які перебувають у завантаженому русі визначається з формули:

$$f_i = \text{round} \frac{\bar{t}_{ps i} \dot{U}}{\bar{t}_i \dot{U}}, \quad (2.14)$$

де $\bar{t}_{ps i}$ – середня тривалість руху з вантажем автомобіля на i -му маршруті, год.;

τ_i – такт виїзду автомобілів з-під навантаження і прибуття їх для розвантаження на i -му маршруті, год.

Квадратні дужки у формулі (2.14) використано для означення того, що отриманий результат потрібно заокруглити до більшого цілого числа. Отже, до споживача C_1 за даною схемою при такті $\tau_3 = \tau_4 = 1$ год. побудується фронт завантажених автомобілів у русі $f_1 = 3$, а до $C_2 - f_2 = 7$.

Вершини $P_{п1}$ і $P_{п2}$ символізують розділення завантажених автомобілепотоків на автомобілепотоки і вантажопотоки (процес розвантаження). Для них характерно, що такт початку руху порожніх автомобілів і такт подачі вантажів споживачам залишається постійним. Цей такт разом з розміром вантажного гурту мають відповідати динаміці попиту на вантаж у споживачів: $m^3 k/t$.

Після розвантаження автомобілепотоки сполучаються у вершині A_1 і з тактом τ_3 , або τ_4 знову подаються під завантаження. Фронт автомобілів зворотної поїздки без вантажу визначається аналогічно – за формулою (7). Так, для прикладу, який розглядався із двому споживачами C_1 і C_2 тривалість руху автомобілів без вантажу від них була приблизно на 15,3% менша, ніж тривалість руху з вантажем, тобто, відповідно, 1,9 і 3 год. Фронти марного руху автомобілів становитимуть при такті 1 год. $f_3 = 2$ і $f_4 = 3$ автомобіля. Таким чином згідно з прийнятою логістичною схемою (рис. 2.10) для її обслуговування потрібно таку кількість автомобілів:

$$N_a = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + 4, \quad (2.15)$$

Цифра 4 у виразі (2.15) означає, що, крім руху з вантажем і без вантажу ще 4 автомобілі є зайняті на кожному з двох маршрутів під завантаженням і розвантаженням.

Нами досліджувалась залежність необхідної кількості автомобілів залежно від пропозиції виробника ВШП, який можна виразити через величину $\frac{k_1}{t_1}$ і від розміру вантажного гурту – τ_2 . Найменшою технологічно неподільною одиницею продукції вважався транспортний пакет – піддон із запакованим товаром вагою 80 кг. Максимальна потужність заводу – 15000 кг за добу, або 20 транспортних пакетів за годину. Перевезення виконувались автомобілями номінальною вантажністю 5 т, що відповідає максимальній фактичній вантажності 4800 кг, або 60 транспортним пакетам. Враховуючи, що такий вантаж відноситься до швидкопсувних, то для терміну його доставки встановлено максимальне значення – 8 год. У зв'язку з цим, а також, враховуючи віддаль до гуртових баз, максимальне значення такту випуску готової запакованої продукції не повинно перевищувати 0,5 год. Отже, такт τ_1 при заданому $k_1 = 1$ (80 кг молочної продукції) може змінюватись у межах $t_1 = [0,05; 0,5]$. Це відповідає інтервалу потужності молокозаводу 160...1600 кг/год. Згідно з хронометражними спостереженнями середня тривалість завантаження одного транспортного пакету в автомобіль становила $3 \pm 0,7$ хв., розвантаження – $2,7 \pm 0,6$ хв. Під час моделювання приймалося, якщо наявної на складі виробника продукції не вистачає для забезпечення обох споживачів C_1 і C_2 , то вона, у першу чергу, доставляється для повного задоволення потреби ближнього споживача, тобто C_1 . Тривалість руху з вантажем до споживачів C_1 і C_2 – 2,2 і 3,5 год.

Залежність необхідної кількості автомобілів від такту при різному рівні завантаження, який визначається з формули:

$$g = \frac{k_2}{k_a}, \quad (2.16)$$

де k_a – максимальна кількість транспортних пакетів, які можна завантажити в автомобіль.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПАРКІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АТЗ

3.1 Хронометражні спостереження за операціями транспортного процесу

Ряд однойменних затрат часу утворює хронометражний ряд, який перевіряють на стійкість, тобто визначають фактичний коефіцієнт стійкості:

$$K_{CT\Phi} = \frac{A_{\max}}{A_{\min}}, \quad (3.1)$$

де A_{\max} , A_{\min} – відповідно, мінімальне і максимальне значення стійкості хроноряду, с. Порівнюють його значення з нормативним. Значення нормативного коефіцієнту стійкості хронометражного ряду залежить від характеру виконуваної роботи:

- при машинній роботі $K_{CT} = 1,7$;
- при машинно-ручній – $K_{CT} = 2$;
- при спостереженнях за роботою обладнання – $K_{CT} = 2,5$;
- при ручній – $K_{CT} = 3$.

Якщо фактичне значення коефіцієнта стійкості є меншим за нормативне ($K_{CT\Phi} < K_{CT}$), то вважаємо хронометражний ряд стійким (доброякісним). Якщо $K_{CT\Phi} \geq K_{CT}$, то ряд нестійкий. В такому випадку необхідно виключити один з крайніх членів ряду (максимальний або мінімальний). Після цього знову визначають фактичний коефіцієнт стійкості. Виключення членів ряду проводять доти, поки $K_{CT\Phi} < K_{CT}$. Виключати дозволяється не більше 30% членів хронометражного ряду.

Після розчистки хронометражних рядів від всіх дефектних вимірів визначають середню тривалість досліджуваної операції:

$$A_{cp} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{Z}, \text{ с} \quad (3.2)$$

де Z – кількість членів хронометражного ряду;

A_1, A_2, A_n – члени хронометражного ряду.

В рамках даної роботи було проведено хронометражне спостереження для визначення затрат часу, які вказані в табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Результати хронометражних спостережень за витратами часу у процесі доставки продукції

Зміст витрат часу	Хронометражний ряд, с	Коефіцієнт стійкості	Середнє значення, с
Завантаження одного ящика в автомобіль вантажністю 0,5 т	66, 69, 70, 70, 72, 72, 72, 84, 85, 85, 85, 88, 90, 92, 92, 94	1,42	82
Завантаження одного ящика в автомобіль вантажністю 3,5 т	112, 115, 115, 120, 121, 122, 124, 124, 128, 129, 130, 131, 133, 134	1,19	124,14
Розвантаження одного ящика з автомобіля вантажністю 0,5 т	72, 72, 75, 78, 80, 81, 88, 89, 90, 92, 95, 100, 105	1,45	85,9
Розвантаження одного ящика з автомобіля вантажністю 3,5 т	127, 128, 128, 128, 130, 132, 134, 136, 140, 147	1,16	133,6

Як видно з табл. 3.1, усі хронометричні ряди є доброякісними. Тривалість завантаження 1 ящика в різні автомобілі є різною, що пояснюється різною пристосованістю цих автомобілів до вантажних робіт. Автомобілі VW Caddy є зручнішими для навантаження-розвантаження вручну. Водночас, якщо застосувати механізовані засоби (автонавантажувачі), то ці автомобілі будуть для них зовсім не пристосованими.

Тривалість розвантаження є більшою, незалежно від засобів, які використовуються, оскільки під час розвантаження водії та експедитори виконують сортування продукції.

За початок відліку (початкова фіксажна точка) було прийнято момент відкривання дверей контейнера фургона, завершення відліку – момент

закриття дверей контейнера (фургона) (кінцева фіксажна точка). Фіксажні точки є сигналами для ввімкнення або вимкнення секундоміра або для зчитування його показів. Для навантажувально-розвантажувальних робіт нормативний коефіцієнт стійкості становить: $K_{CT} = 3$. Оскільки, в даному випадку фактичне значення коефіцієнта стійкості є меншим за нормативне ($K_{CTФ} \leq K_{CT}$), то вважаємо хронометражні ряди стійкими (доброякісним).

3.2 Визначення фактичних значень середніх технічних та експлуатаційних швидкостей

Середня технічна швидкість залежить від умов в яких працює автомобіль. Умови експлуатації автомобіля поділяються на чотири класи: дорожні умови; транспортні; атмосферно-кліматичні умови; культура експлуатації.

Середню технічну швидкість нормують виходячи з дорожніх та транспортних умов.

Класифікацію дорожніх та транспортних умов а також їх вплив на середню технічну швидкість наведено в літературі [12,27]. В науковій літературі наводяться розрахункові формули для орієнтовного визначення швидкості залежно від класифікаційних параметрів дорожніх та транспортних умов:

$V_a(\psi) \approx 0,9/\psi$, де ψ – сумарний опір дорожнього покриття;

$V_a(S) \approx 65 - 0,05S$ – при $S < 700$ см/км,

$V_a \approx 27 \dots 25$ км/год – при $S > 700$ см/км, де S – ступінь рівності дороги, см/км;

$V_a(i, h) = 65 - 6,7i - 0,0087h$, де i – середній поздовжній нахил дороги, %; h – висота над рівнем моря;

$V_a(U) = 65 - 0,013U$, U – інтенсивність руху автомобілів, авт/год.

Як бачимо, з вищенаведених розрахункових формул, залежності стану дорожнього покриття (S), поздовжнього нахилу дороги і висоти над рівнем

моря (i, h) та від інтенсивності – мають лінійний характер. Лише залежність швидкості від опору дорожнього покриття (ψ), є гіперболічною. Цю криву ($V = f(\psi)$) іноді розглядають як огинаючу кривих характеристик динамічного фактора на різних передачах.

У цій роботі середню технічну швидкість ми визначали експериментально. Експеримент полягав у чотирьох наступних етапах:

- 1) підготовка даних для опитування – класифікація умов експлуатації;
- 2) опитування думок експертів – водіїв та начальника транспортного відділку підприємства;
- 3) опрацювання результатів опитування.

Середню технічну швидкість автомобіля необхідно визначати з врахуванням комплексної дії дорожніх та транспортних умов. Для міста Львова прийнято, що дорожні та транспортні умови на тих шляхах сполучення, через які пролягає змодельований розвізний маршрут, є приблизно однаковими, тобто:

- а) рельєф – гористий,
- б) тип дорожнього покриття – асфальто-бетон,
- в) стан дорожнього покриття – поганий;
- г) інтенсивність руху – висока (500-1000 авт./добу).

Для приміської зони прийнято такі умови експлуатації:

- а) рельєф – слабогорбистий,
- б) тип дорожнього покриття – асфальто-бетон,
- в) стан дорожнього покриття – задовільний;
- г) інтенсивність руху – середня (300-500 авт./добу).

Дані експертів подано в табл. 3.2.

Середньозважена оцінка експертів з підприємства має суб'єктивну похибку. В зв'язку з цим було виконано додаткову документальну перевірку. Для цього за документами (шляховими листками) минулих періодів фіксувались такі дані:

Таблиця 3.2 – Результати опитування експертів стосовно середніх технічних швидкостей

Показник	Оцінки експертів					Середньозважена оцінка
	1	2	3	4	5	
Середня технічна швидкість в межах м.Львова	25	25	30	30	35	29
Середня технічна швидкість в околицях м.Львова	45	50	60	65	65	57

а) час відправки автомобілів з підприємства за даним маршрутом;

б) час прибуття автомобілів з підприємства за даним маршрутом;

в) пройдений на маршруті шлях, у т.ч.: з вантажем, без вантажу.

Середня експлуатаційна швидкість визначалась за формулою:

$$V_e = \frac{L_k - L_n}{t_k - t_n}, \text{ км/год.}, \quad (3.3)$$

де L_k L_n – відповідно, кінцеві та початкові покази одометра (згідно дорожнього листа), км;

t_k t_n – години закінчення і початку зміни.

Так, по маршруту Підбірці-Львів (Сихівський район) за один наряд отримано таку середню експлуатаційну швидкість:

$$V_e = \frac{115788 - 115624}{10 - 14^{20}} = \frac{164}{4,33} = 37,9 \text{ км/год.}$$

За один наряд простої автомобіля були пов'язані з:

- навантаженням-розвантаженням продукції;
- організаційні, пов'язані з оформленням документації.

Тривалість цих витрат часу визначались за допомогою хронометражу.

Так, середня тривалість простоїв на заданому маршруті становила 1 год. 45 хв. Середня технічна швидкість при цьому визначиться з формули:

$$V_t = \frac{L_m}{t_p - t_{np}}, \text{ км/год.} \quad (3.4)$$

де t_n – тривалість наряду, год.;

t_{np} – тривалість простою в пунктах навантаження-розвантаження, год.

Стосовно руху по згаданому маршруту, то:

$$V_t = \frac{164}{4,33 - 1,77} \gg 64 \text{ км/год.}$$

Дані експертної оцінки відрізняються від документальних даних на 11%. Тому для подальших розрахунків приймаємо документальні дані.

3.3 Моделювання транспортно-технологічних схем

Використовуючи вищенаведений матеріал змоделюємо транспортно-технологічну схему процесу доставки хліба та хлібобулочних виробів від виробника до 11-ти його споживачів. Транспортна мережа складається з пункту виробництва - В, пунктів його споживання C_1, C_2, \dots, C_{24} , та проміжних вершин: S_k – скупчення продукції до розміру вантажного гурту; Н – навантаження; R_{p_i} – розподіл матеріального потоку. В даному випадку у вершинах R_{p_i} відбувається часткове розвантаження автомобілів. Такт виробництва t_1 - змінний, і залежить від інтенсивності споживання продукції в пунктах C_1-C_{24} . З іншого боку, тривалість доставки вантажу до останнього споживача C_{24} зі складу S_k становить, $T_{д.}$. Враховуючи, що продукти є такі, що швидко псуються, для них існує обмеження за тривалістю доставки, тому умова $T_{д.} \leq T_i$ повинна бути обов'язково дотримана.

Вантажність АТЗ можна виміряти максимальною кількістю вантажних місць q . Реальна завантаженість АТЗ - k_2 є меншою, ніж номінальна. Відомо, що фактична вантажність автомобіля залежить від форми і розмірів кузова автомобіля і питомого об'єму вантажу. Вантажомісткість автомобіля можна обмежити двома чинниками: номінальною вантажністю і об'ємом кузова. Для класифікації вантажів, заданих в початкових умовах потрібно порівняти їх за об'ємною масою:

$$Z = \frac{M}{V}, \text{ т/м}^3 \quad (3.5)$$

де M – маса вантажу в природному стані, кг;

V – об'єм вантажу, м³.

Про цей параметр вантажу можна довідатись з довідника [27]. Для вантажів, які плануються в даній роботі, об'ємні маси подано в табл.1.1.

Для оцінювання вантажомісткості автомобілів використовують показник – питомий об'єм кузова

$$u = \frac{V_k}{q_n}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (3.6)$$

де V_k – об'єм кузова автомобіля, м³;

q_n – номінальна вантажність автомобіля, т.

Для автомобілів, які є на підприємстві, питомий об'єм кузова обчислюємо:

- автомобіль VW Caddy:

$$u = \frac{5,76}{0,5} = 11,52 \text{ м}^3/\text{т},$$

- автомобіль Mercedes 408:

$$u = \frac{21,4}{0,9} = 23,78 \text{ м}^3/\text{т},$$

- автомобіль Fiat Ducato:

$$u = \frac{25,6}{1,0} = 25,4 \text{ м}^3/\text{т},$$

- автомобіль ГАЗ-4738:

$$u = \frac{33,12}{5,0} = 6,62 \text{ м}^3/\text{т}$$

З формул (3.5) і (3.6) можна вивести коефіцієнт статичної вантажності автомобілів при перевезенні даного вантажу:

$$g_c = \frac{q_\phi}{q_n} = \frac{V_k \times Z}{q_n} = u \times Z \quad (3.7)$$

Отже, за формулою (3.3) можна обчислити коефіцієнти статичної вантажності кожного із заданих автомобілів для заданого вантажу. Якщо

внаслідок обчислення вийде, що коефіцієнт статичної вантажності $q_s > 1$, то це значить, що вантажомісткість автомобіля не обмежена для даного вантажу об'ємом кузова, а лише допустимим навантаженням на вісь. Тому в цьому випадку потрібно прийняти $q_{\phi} = q_n$.

Кількість вантажу для автомобіля VW Caddy:

$$q_{\phi} = Z \cdot V_k = 0,47 \cdot 5,76 = 2,7 \text{ т.}$$

Насправді номінальна вантажність цього автомобіля становить 0,5 т. Тому кількість вантажу обмежиться вантажністю. Вага бруто одного ящика з продукцією – 20 кг. Максимальна теоретична кількість завантажених ящиків – 25. Фактично завантажують 22 ящики. дані про інші автомобілі наведені в табл. 3.3. Проте, неповну завантаженість можна застосувати як захід з підвищення інтенсивності процесу доставки - зменшення тривалості простою під навантаженням-розвантаженням. Навантаження АТЗ відбувається на складі готової продукції - Н вантажним гуртом розміром k_2 . Частина АТЗ, через неузгодженість з процесом виробництва і складування може бути не завантажена.

Таблиця 3.3 – Показники вантажомісткості автомобілів

Показник, од. виміру	Автомобіль			
	VW Caddy	Mercedes 408	Fiat Ducato	ГАЗ „Купава”
Максимальна фактична вантажність, т	440	800	960	3100
Кількість ящиків з продукцією	22	40	48	155
Коефіцієнт використання вантажності	0,88	0,89	0,96	0,62

Теоретично вони повертаються в парк з тактом t_3 , хоча фактично під завантаження в пункт Сп подаються АТЗ з більшим тактом. Маршрут доставки вантажів є таким, що спочатку доставляється вантаж у пункт C_1 , далі - C_2 , C_i і наприкінці - C_{24} . Розподіл вантажо- і автомобілепотоків відбувається в пунктах $P_{п2}$ - $P_{п4}$. При цьому частини разового вантажного

гурту k_3 розподіляються між пунктами навантаження і розподілу автомобілепотоків.

Така схема адекватна маятниковим маршрутам з різними варіантами. Якщо в першому пункті маршруту буде розвантажений увесь вантажний гурт $k_2 = k_{01}$, то маршрут стає маятниковим. Тому від кожкожної вершини $P_{п1}-P_{п11}$ до автопарку зображено можливі автомобілепотоки з відомим марним пробігом. Тож потрібно знайти такий оптимальний кількісний склад автомобільного парку, який спроможний задовольнити заданий рівень попиту споживачів. ізованих автотранспортних засобів: $k_2 \in q Q_i$ – обсяг перевезення за 1 год. на i -му маршруті, т; l_i – довжина поїздки з вантажем на i -му маршруті, км; W_{Pi} – продуктивність автомобіля на i -му маршруті, т-км /год. Наприклад, при значенні такту $\tau = 0,3$ год. кількість перевезеного вантажу до споживача C_1 становитиме 1,3 т/год., стільки ж – до споживача C_2 .

N_a

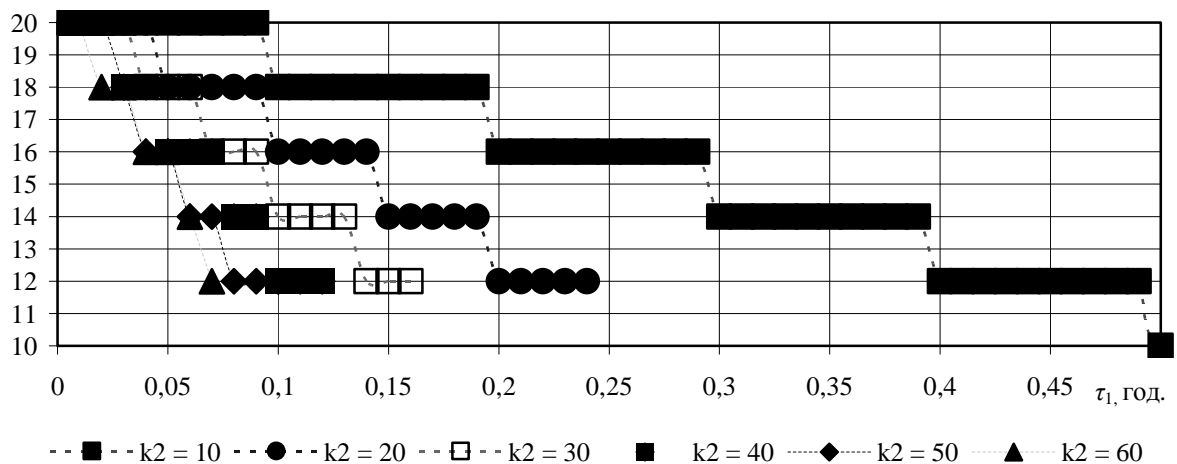


Рисунок 3.1 – Залежність необхідної кількості спец. автомобілів N_a від такту виробництва та кількості завантажених на АТЗ транспортних пакетів

Автомобілі вантажністю 5 т можуть бути максимально завантажені на 0,8 т, оскільки при очікуванні формування більшого гурту призводить до перевищення допустимого терміну доставки. При середніх технічних

швидкостях на маршрутах, відповідно 22 і 19 км/год. продуктивність автомобілів становить 8,63 і 7,2 т-км /год. Це означає, що за формулою (2.10) на обох маршрутах повинні працювати 12 автомобілів. Графік (рис.3.1) показує, що N_a повинна становити 14. Занижені числові значення необхідної кількості автомобілів спостерігаються і при інших значеннях такту τ_1 при заданому γ . Збіг результатів обчислення N_a спостерігається тільки для „критичних” значень такту, таких, для яких логістична структура має якісні відмінності, а тривалість доставки (рис.3.2) є найменшою для заданої кількості автомобілів.

T_d , год.

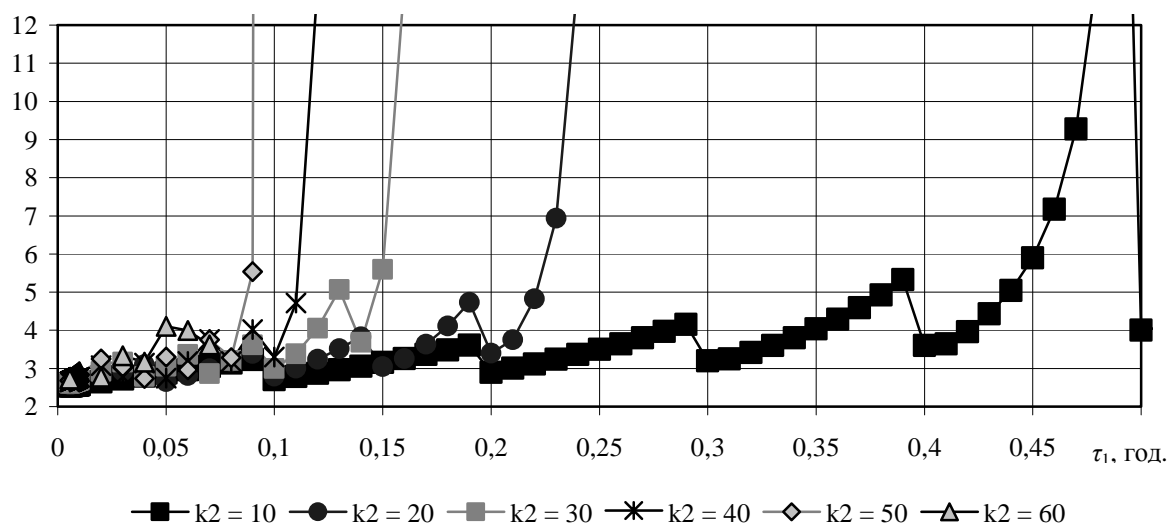


Рисунок 3.2 – Залежність тривалості доставки швидкопсувних вантажів від такту і обсягу вантажного гурту

Це пов'язано з тим, що для критичних значень такту обчислення фронту за формулою (2.7) дає результат, який ближчий до цілих чисел, порівняно з іншими випадками. Фактично це означає, що при значенні такту, яке близьке або кратне до тривалості окремих логістичних операцій АТЗ не простоюють в результаті їх неузгодження, отже їх кількість можна з достатнім рівнем точності обчислювати за формулами (2.1)-(2.3), або (2.10).

4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

4.1 Параметри парку спеціалізованих транспортних засобів

Параметри парку АТЗ обчислюються з допомогою вказаної моделі. На основі обчислених значень робиться висновок про зміну структури системи.

Таких параметрів є три:

Тривалість ланцюга потоків – T_n

Сумарна енергомісткість системи – E

Сумарний фронт системи

Перший параметр – T_n обчислюють для кожного з наявних в системі ланцюгів потоків за формулою:

$$T_n = \sum_{i=2}^Z t_i \times f_i, \quad (4.1)$$

де Z – кількість блоків в ланцюгу, що розглядається;

t_i – вхідний такт до i -го блоку ланцюга;

f_i – фронт i -го блоку.

Для системи в цілому обчислюється тривалість найдовшого ланцюга – $T_{\max} = \max\{T_{ng}\}$, де $g=1, \dots, M$ – загальна кількість ланцюгів. T_{\max} порівнюється з дозволеним її значенням $[T_s]$, яке можна змінювати, у т. ч. – за певною функцією $[T_s] = F(\Delta t)$. При порівнянні має виконуватись умова:

$$T_{\max} \leq [T_s]. \quad (4.2)$$

Якщо умова (4.2) не виконується, то модель визначає, який з існуючих ланцюгів обмежує виконання умови в першу чергу, який у другу, третю. Такий ланцюг називають *критичним*. Ці ознаки можуть виконати такі елементарні дії:

збільшити число μ , блоку розподілу критичного ланцюга,(якщо цей ланцюг має декілька блоків розподілу, то йдеться про крайній від кінця ланцюга блок);

зменшити число n блоку розподілу критичного ланцюга;

зменшити число k_j блоків сповільнення критичного ланцюга.

Після кожної дії перевіряється умова (4.2), у негативному випадку, приймається наступна дія за вибраним пріоритетом. Оскільки я ще не знаю ефективності передбаченої алгоритму, то пріоритет дій 1)-3) поки невідомий. Потрібна можливість його зміни вручну.

Якщо усі можливі дії застосовані до критичного ланцюга, а умова (4.2) і надалі не виконується, то критичним стає наступний за максимальною тривалістю ланцюг і ці дії вже тепер стосуються його.

Сумарний фронт ТТС обчислюється за формулою:

$$f_s = \mathop{\mathbf{a}}_{i=2}^L f_i, \quad (4.3)$$

Стосовно нього також виконуються порівняння і керуючі дії, аналогічно як для параметра системи E , якщо задано обмеження $[f]$:

$$f_s \in [f], \quad (4.5)$$

Таким чином, моделювання і зміна в структурі системи може здійснюватись за однією з трьох опцій:

за виразом (4.2), або

за виразом (4.3), або

за виразом (4.4).

Для підприємства, логістична схема якого досліджувалась, характерні декілька напрямків збуту готової продукції в межах м. Львова й області. Для прикладу розглянемо один, який включає 12 пунктів – торгові місця збуту. Найкоротші відстані і, відповідно, найкоротші маршрути між цими пунктами і хлібопекарнею визначено методами лінійного програмування.

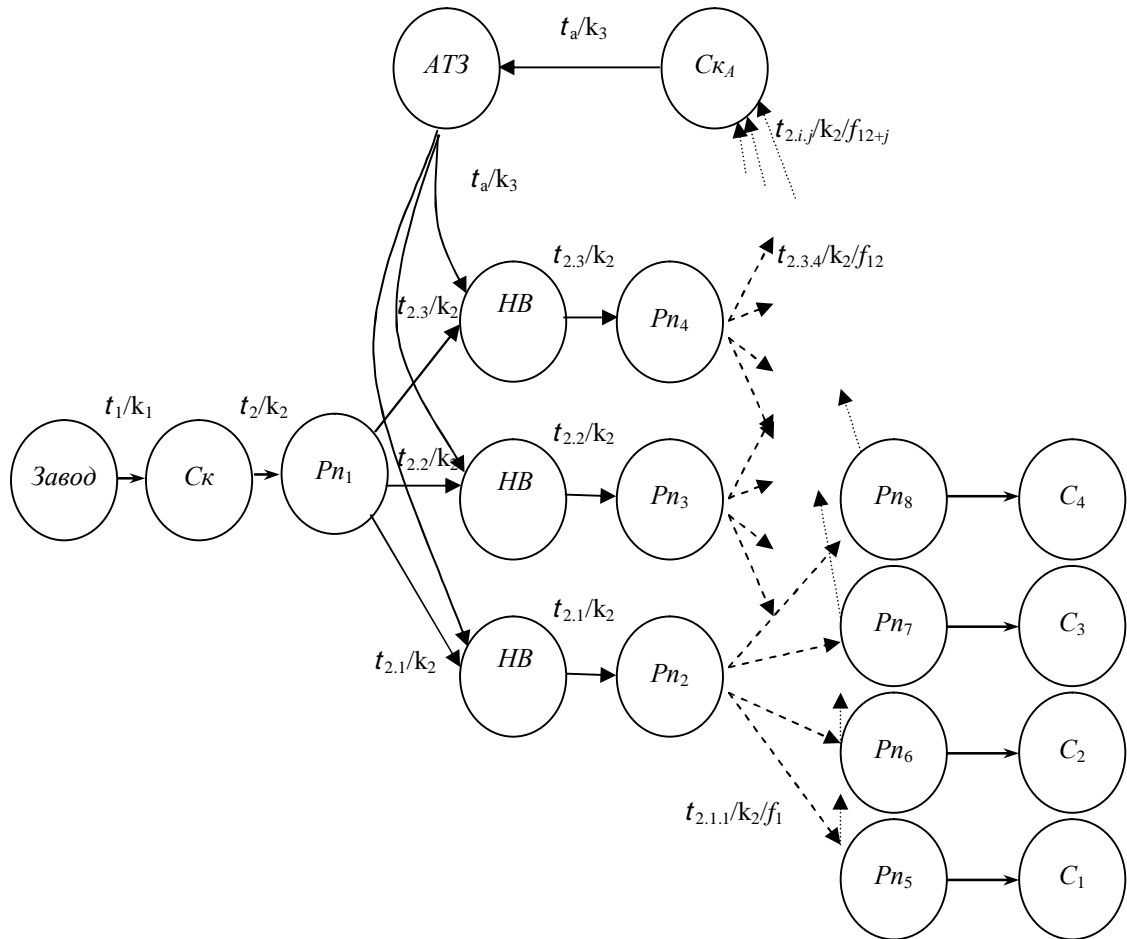


Рисунок 4.1 – Модель логістичної схеми збуту за двох кільцевих маршрутів: $t_{2,i,j}$ – такт розподілених завантажених автомобілепотоків гуртом k_2 від i -го навантажувального пункту до j -го споживача; $Ск_A$ – вершина сполучення

Тривалості руху, навантажувально-розвантажувальних операцій визначались методом хронометрування із побудовою стійкого хронометричного ряду. На підприємстві використовують АТЗ, вантажомісткість яких є 64 та 108 вантажних місць (лотків). Нами розглянуто ряд фактичних вантажомісткостей $k_2 = \{20, 40, 80, 100, 120\}$. Для того, щоб врахувати вплив обраної логістичної схеми на необхідну кількість АТЗ а також на ефективність їх використання розглянуто різні маршрути, які разом об'єднують усі 12 пунктів: кільцевий (рис. 4.1), 2 кільцевих з фронтом навантаження – 2 (рис. 4.2), маятникові маршрути з різними фронтами навантаження: 1, 3 (рис. 4.1), 12.

Схема на рис. 4.1 об'єднує 12 кінцевих пунктів у кільцевий маршрут. Такт τ_2 вантажопотоків і автомобіле-потоків після навантаження є сталим. Зменшується розмір вантажного гурту від k_2 до k_{12} . Нарешті порожні автомобілі k_3 повертаються до початку транспортного циклу. Усі АТЗ, які задіяні в такому циклі є взаємопов'язані саме тактом τ_2 . Якщо при зміні такту вхідного потоку τ_1 виявиться, що попит споживачів не може бути задоволений повністю, то, найперше, зменшується обсяг доставки до найбільш віддалених споживачів маршруту, зрештою, вони виключаються з нього.

Схема на рис. 4.2 об'єднує по 6 кінцевих пунктів у 2 кільцеві маршрути. Різниця між нею і попередньою полягає в тому, що такти $\tau_{2.1}$ і $\tau_{2.2}$ мають співвідношення із тактом початкових автомобіле-потоків:

$$\frac{1}{t_2} = \frac{1}{t_{2.1}} + \frac{1}{t_{2.2}}, \text{ год.} \quad (4.2)$$

З формули (4.2) зрозуміло, що такт матеріального потоку зростає, що збільшує тривалість доставки вантажів по кожному з двох кільцевих маршрутах. З іншого боку, робота АТЗ на цих маршрутах унезалежнюється.

Схема на рис. 4.3 – це утворення з 12 маятникових маршрутів, які є частково залежними, оскільки пунктів навантаження у цій схемі – 3. Розмір вантажного гурту на кожному з цих маршрутів є сталим, а такт зростає в міру розділення матеріальних потоків.

Використовуючи часовий граф, ми побудували (вручну, тобто з допомогою електронних таблиць Excel) залежності параметрів ефективності логістичної схеми від показника її динаміки - такту τ_1 . Такими параметрами розглядалися: термін доставки готової продукції кожному конкретному споживачеві, ритмічність доставки, фронт робіт, необхідна кількість автомобілів наперед визначеної вантажності, коефіцієнт використання фонду часу автомобілів, коефіцієнт використання вантажності.

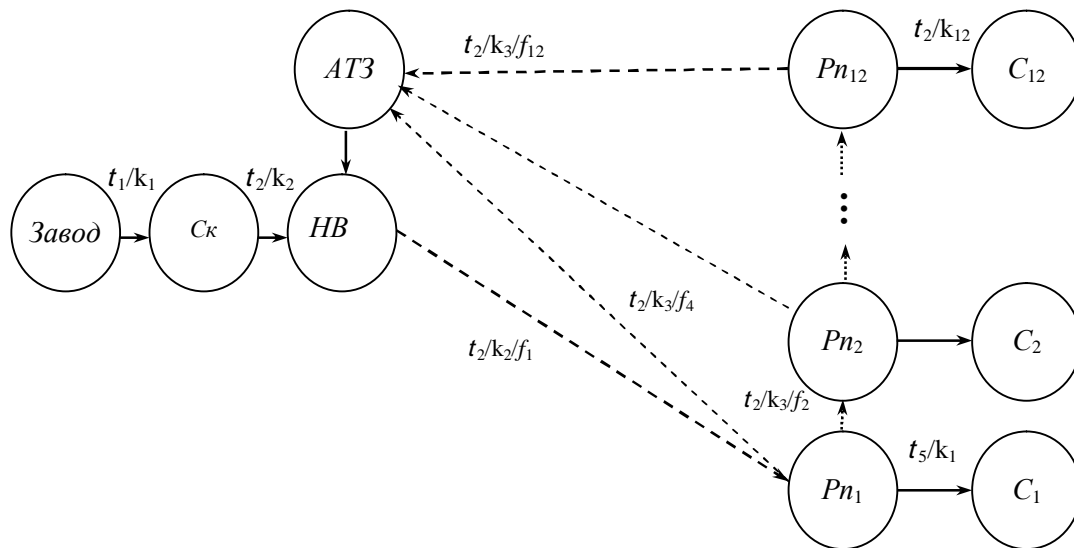


Рисунок 4.2 – Модель за одного кільцевого маршруту: АТЗ – парк АТЗ, Ск – формування транспортного гурту; НВ – сполучення вантажного і автомобіле-потоків; Рп₁...Рп₁₂ – розділення сполучення потоків; С₁...С₁₂ – споживачі; τ_1 , τ_2 – такти, k_1 ... k_{12} – розмір гурту матеріальних потоків; f_1 ... f_{12} – фронт автомобілів на маршрутах

Постійними в моделюванні приймалися такі величини, як допустимий максимальний термін доставки хлібобулочних виробів, обсяг споживання готової продукції пунктами роздрібної торгівлі, маршрути руху АТЗ. Враховуючи те, що продукцією, яка доставлялась були хлібобулочні вироби, то максимальний час їх доставки є нормованим – не більший 12 год. Цей час обмежує максимальне значення такту виробництва. Найменше його числове значення залежить від загального попиту усіх споживачів, кількість яких, враховуючи допустиму за терміном доставки територію збуту, є змінною. В алгоритмі імітаційного моделювання закладено такі правила та закономірності. По-перше, якщо термін доставки продукції до конкретного споживача перевищує допустимий, то цей споживач з маршруту виключається тільки тоді, якщо інші заходи (зміна кільцевого маршруту на декілька маятникових, зменшення одноразового гурту доставки вантажів) не дають бажаного результату. По-друге, для впорядкування логістичної схеми використано евристичний принцип Джонсона, який в даному сенсі полягає в тому, що постачання продукції споживачами виконується в порядку збільшення їх віддаленості від місця виготовлення. По-третє, допускається як

часткове задоволення попиту споживачів, так і часткове завантаження автотранспорту.

В результаті отримано кусково-неперервні залежності необхідної кількості АТЗ на розвізних і маятникових маршрутах від обсягу виробництва і збуту. Лише деякі значення цих залежностей збігаються з результатами розрахунку за традиційними методами, тобто за формулою (4.1). Це стосується мінімальних тактів кожного неперервного інтервалу. В усіх інших випадках спостерігаються вказані вище їх недоліки.

Із усіх залежностей видно, що найбільш гнучкими стосовно обсягів виробництва, доставки і збуту продукції є логістичні схеми, де використовуються АТЗ фактичної вантажності $k_2=20$. Хліб може доставлятися у таких схемах без перевищення дозволеного часу (рис. 4.3). Формування вантажного гурту при маятникових маршрутах і вантажомісткості $k_2=100, 120$ є неможливим.

Для кільцевого маршруту або для схеми з двома кільцевими маршрутами характерно, що для одного і того ж значення такту τ_1 можна вибрати різні схеми з різними АТЗ.

Отримана залежність від τ_1 показує, що функція $T_d(\tau_1)$ є кусково-неперервною. Для різних типів логістичних схем (різних маршрутів і вантажностей АТЗ) вона має розриви при одних і тих самих значеннях такту.

Ці значення можна назвати *критичними*, оскільки при їх досягненні потрібно змінювати тип логістичної схеми. Наприклад, користуючись залежністю на рис. 7, при такті $0,5 < \tau_1 < 0,65$ год. найбільш раціональною за критерієм тривалості є логістична схема з двома кільцевими маршрутами на яких працюють 3 АТЗ вантажністю 40 лотків. А уже в межах такту $0,65 < \tau_1 < 1,00$ потрібно обирати схему з одним кільцевим маршрутом, на якому працюватимуть 6 або 5 (залежно від конкретних значень такту) АТЗ вантажністю 20 лотків. Після такту $1,0 < \tau_1$ ця схема стає уже неефективною.

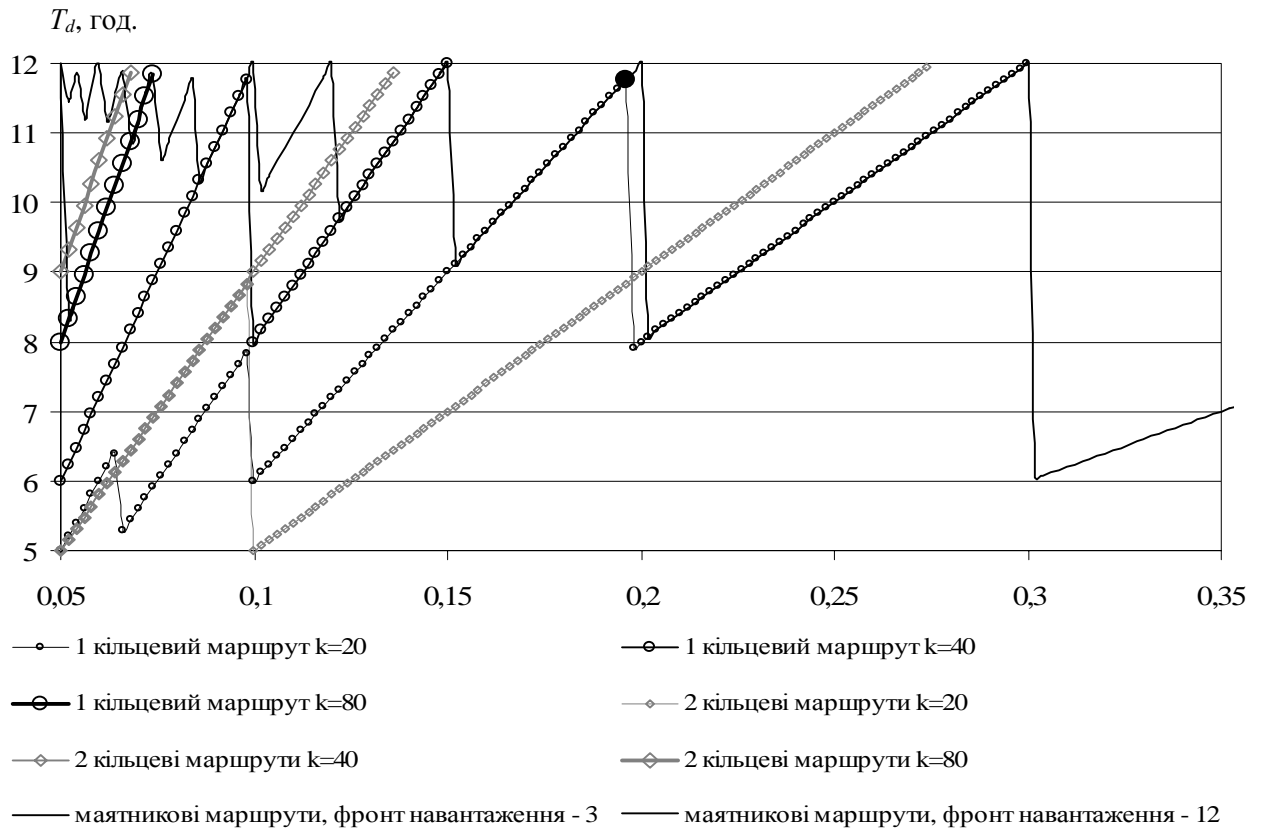


Рисунок 4.3 – Залежність тривалості доставки вантажу T_d від такту виробництва τ для різних логістичних схем

Таким чином потрібну кількість АТЗ потрібно вибирати разом із структурою схеми доставки для інтервалів τ_1 , що відповідають його критичним значенням.

Зміст схеми полягає в тому, що виробництво виробів триває з тактом τ_1 і через цей проміжок часу випускається гурт товарів розміром k_1 . Перша вершина моделі $С_{k_1}$ символізує логістичну операцію скупчення – формування вантажного гурту обсягом k_2 . У загальному випадку числове значення k_2 є меншим максимальної фактичної вантажності АТЗ – k_a . Залежно від нього значення такту τ_2 визначиться з формули:

$$t_2 = \frac{k_2}{k_1} \tau_1, \text{ год.} \quad (4.4)$$

Вершина $Р_{п1}$ моделі символізує наступну операцію – розподілу матеріального потоку (вантажопотоку) за напрямками маршрутів. Якщо таких

напрямків у найпростішому випадку є два, як на рис. 1, то такти розподілу визначатимуться з умови збереженості потужності вантажопотоку:

$$t_2 = \frac{t_3 t_4}{t_3 + t_4}, \text{ год.}, \quad (4.5)$$

а розмір вантажного гурту залишається незмінним.

У вершинах $С_{п1}$ і $С_{п2}$ відбувається сполучення вантажопотоків і автомобілепотоків (навантаження). Для даного прикладу прийнято, що фронт навантаження дорівнює кількості маршрутів. Такт завантажених автомобілепотоків зберігає таке ж числове значення, що й такт розподілених вантажних гуртів, тобто на даному етапі $\tau_3, \tau_4 = const$.

Після завантаження автомобілі рухаються до споживачів $С_1$ і $С_2$. У зв'язку із значною тривалістю цього руху на кожному маршруті може виникати фронт автомобілів у русі, який є більшим від одиниці. Так, наприклад, якщо довжина руху з вантажем до споживача $С_1$ становить 48 км, а до $С_2$ – 64 км (взято з реальних прикладів доставки молочних виробів на гуртові склади), а середня тривалість руху з вантажем є, відповідно, 2,2 і 3,5 год., Отже, до споживача $С_1$ за даною схемою при такті $\tau_3 = \tau_4 = 1$ год. побудується фронт завантажених автомобілів у русі $f_1 = 3$, а до $С_2$ – $f_2 = 7$.

Вершини $Р_{п1}$ і $Р_{п2}$ символізують розділення завантажених автомобілепотоків на автомобілепотоки і вантажопотоки (процес розвантаження). Для них характерно, що такт початку руху порожніх автомобілів і такт подачі вантажів споживачам залишається постійним. Цей такт разом з розміром вантажного гурту мають відповідати динаміці попиту на вантаж у споживачів: $m^3 k/t$.

Після розвантаження автомобілепотоки сполучаються у вершині A_1 і з тактом τ_3 , або τ_4 знову подаються під завантаження. Фронт автомобілів зворотної поїздки без вантажу визначається аналогічно – за формулою (4.2). Так, для прикладу, який розглядався із двому споживачами $С_1$ і $С_2$ тривалість руху автомобілів без вантажу від них була приблизно на 15,3% менша, ніж

тривалість руху з вантажем, тобто, відповідно, 1,9 і 3 год. Фронти марного руху автомобілів становитимуть при такті 1 год. $f_3 = 2$ і $f_4 = 3$ автомобіля. Таким чином згідно з прийнятою логістичною схемою (рис. 4.1) для її обслуговування потрібно таку кількість автомобілів:

$$N_a = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + 4, \quad (4.6)$$

Цифра 4 у виразі (4.6) означає, що, крім руху з вантажем і без вантажу ще 4 автомобілі є зайняті на кожному з двох маршрутів під завантаженням і розвантаженням. Нами досліджувалась залежність необхідної кількості автомобілів, які обслуговують подану вище логістичну схему залежно від пропозиції виробника молочної продукції, який можна виразити через величину $\frac{k_1}{t_1}$ і від розміру вантажного гурту – τ_2 . Найменшою технологічно неподільною одиницею продукції вважався транспортний пакет – піддон із запакованим товаром вагою 80 кг. Максимальна потужність молокозаводу – 15000 кг за добу, або 20 транспортних пакетів за годину. Перевезення виконувались автомобілями номінальною вантажністю 5 т, що відповідає максимальній фактичній вантажності 4800 кг, або 60 транспортним пакетам. Враховуючи, що такий вантаж відноситься до швидкопсувних, то для терміну його доставки встановлено максимальне значення – 8 год. У зв'язку з цим, а також, враховуючи віддаль до гуртових баз, максимальне значення такту випуску готової запакованої продукції не повинно перевищувати 0,5 год. Отже, такт τ_1 при заданому $k_1 = 1$ (80 кг молочної продукції) може змінюватись у межах $t_1 = [0,05; 0,5]$. Це відповідає інтервалу потужності молокозаводу 160...1600 кг/год. Згідно з хронометражними спостереженнями середня тривалість завантаження одного транспортного пакету в автомобіль становила $3 \pm 0,7$ хв., розвантаження – $2,7 \pm 0,6$ хв. Під час моделювання приймалося, якщо наявної на складі виробника продукції не вистачає для забезпечення обох споживачів C_1 і C_2 , то вона, у першу чергу, доставляється для повного задоволення потреби ближнього споживача, тобто

C_1 . Тривалість руху з вантажем до споживачів C_1 і C_2 – 2,2 і 3,5 год., а також тривалість руху без вантажу у зворотному напрямі – 1,9 і 3 год. визначались також із хронометражних спостережень.

На рис. 4.2 зображено залежність необхідної кількості автомобілів від такту при різному рівні завантаження, який визначається з формули:

$$g = \frac{k_2}{k_a}, \quad (4.7)$$

де k_a – максимальна кількість транспортних пакетів, які можна завантажити в автомобіль.

Як видно з рис. 4.3. необхідна кількість автомобілів з тактом змінюється дискретно. Для одного значення такту N_a зростає із зменшенням γ . Водночас, збільшення кількості завантажених в АТЗ пакетів призводить до зростання терміну доставки вантажів, що в окремих випадках спричинює неможливість застосувати логістичну схему з такими параметрами. При невеликих обсягах виробництва і збуту ($\tau < 0,25$ год.) формування і завантаження в один АТЗ великих гуртів (понад 20 транспортних пакетів) є взагалі неможливі.

4.2 Тривалості технологічних операцій

4.2.1 Етапи тривалості транспортного процесу. Складність процесу перевезення викликає необхідність роздільного розгляду тривалості циклу перевезення вантажу і циклу рухомого складу – циклу транспортного процесу. Тривалість циклу транспортного процесу складається під впливом чинників, які можна об'єднати в наступні групи – етапи; подачі рухомого складу під навантаження, розвантаження, транспортування і вантаження тари (рис. 4.4).

Структуруючою частиною будь-якого етапу є елементи – технологічні операції. Додавання або виключення якого-небудь елемента з етапу змінює співвідношення між всією рештою елементів, роблячи вплив на

параметри транспортного процесу в цілому, зменшуючи або збільшуючи тривалість циклу транспортного процесу.

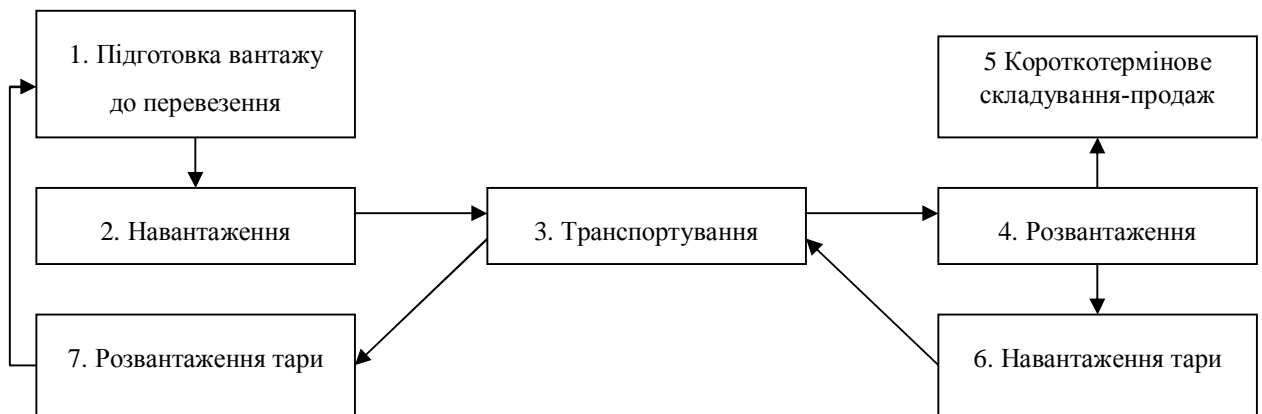


Рисунок 4.4 – Етапи тривалості транспортного процесу, які визначались експериментально

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що для циклу транспортного процесу характерні наступні особливості:

- 1) моменти прибуття одиниць рухомого складу в навантажувально-розвантажувальні пункти, як правило, не можуть бути абсолютно точно передбачені;
- 2) тривалість обслуговування в навантажувально-розвантажувальних пунктах різко міняється залежно від кількості вантажу, що перевозиться, так і від структури процесу перевезень в часі;
- 3) вантажні пости мають непостійне завантаження, і в результаті відбуваються чергування сильно завантажених проміжків часу неповним слабкого завантаження.

4.2.2 Етап підготовки вантажу до перевезення. Згідно діючим правилам при перевезенні вантажів автомобільним транспортом вантажовідправник зобов'язаний до прибуття автомобіля під вантаження підготувати вантаж до перевезення. Підготовка вантажу до перевезення проводиться з метою забезпечення збереження вантажу в дорозі проходження і більш

раціонального використання рухомого складу (збільшення коефіцієнта використання вантажності, скорочення часу простою під навантаженням і ін.).

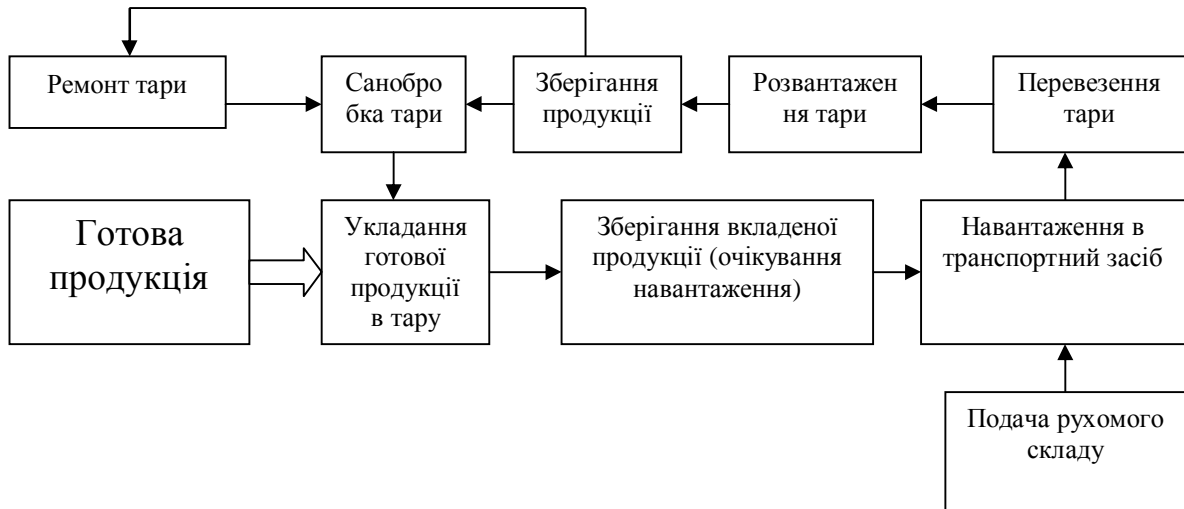


Рисунок 4.5 – Технологічні операції з підготовки вантажів на підприємстві

4.2.3. Етап подачі рухомого складу під навантаження. Для того, щоб почати транспортний процес, необхідно подати в пункт вантаження рухомий склад. Як правило, він був в технічно справному стані (під справним станом рухомого складу розуміється такий, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації). Подача рухомого складу, не придатного для перевезення обумовленого договором або замовленням вантажу, прирівнюється до неподання транспортних засобів.

Для технічно справних автомобілів етап подачі рухомого складу під навантаження пов'язаний не тільки з організацією роботи виробничо-технічної служби, але і з організацією перевезення. В даному випадку проводились дослідження залежності кількості поданих під навантаження автомобілів впродовж двох характерних для навантаження періодів:

- 1) період з 8^{00} до 10^{00} кожного робочого дня;
- 2) період з 12^{00} до 14^{00} кожного робочого дня. У ці періоди готова випічка ковбасних виробів надходить на склад готової продукції.

Подача автомобіля під завантаження залежала від таких чинників:

- 1) технічна готовність автомобіля;
- 2) наявність відповідного попиту на перевезення (коливання попиту);
- 3) наявність організаційного погодження дій (виписка документів, надходження наряду, випуск автомобіля на лінію);
- 4) суб'єктивні причини, пов'язані з роботою персоналу фірми.

Оцінку параметра λ одержують на основі експериментальних даних як

$$l = \frac{n}{T}, \quad (4.8)$$

де n - число прибулих автомобілів в пункт завантаження;

T — інтервал часу спостереження (2 год.).

Характеристика етапу подачі рухомого складу під навантаження приведена на рис. 4.6

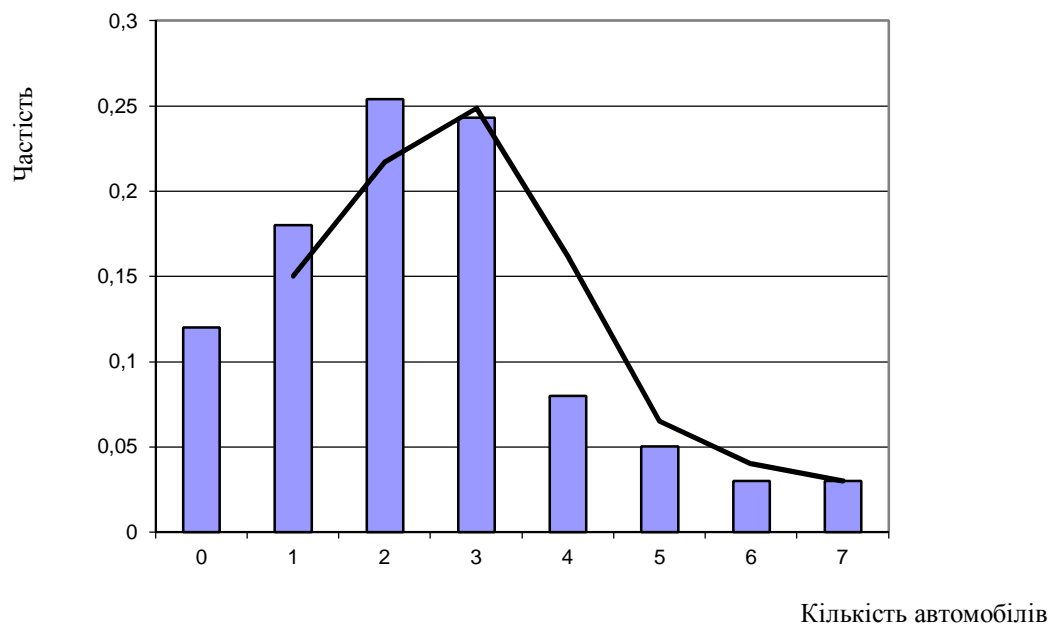


Рисунок 4.6 – Гістограма і полігон розподілу вхідного потоку автомобілів в пункт навантаження при трьох постах навантаження (експериментальні дані)

Під вхідним потоком розуміється закономірність, якій підкоряється надходження одиниць рухомого складу в пункт вантаження або

розвантаження в часі. В переважній більшості робіт по теорії масового обслуговування розглядається найпростіший випадок потоків, коли вірогідність надходження P в проміжок часу t n вимог, що задається формулою:

$$P_n(t) = \frac{(I t)^n}{n!} e^{-I t}, \quad (4.9)$$

де n - середнє число вимог, що поступають в одиницю часу;

t – тривалість спостережень, 2 год.

Згідно з отриманим розподілом середня інтенсивність надходження автомобілів під завантаження становить:

$$I_c = \frac{\bar{n}}{t} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ автомобіля/год.}$$

Для того, щоб адаптувати цю залежність розподілу вхідного потоку стосовно транспортного процесу, вхідний потік автомобілів в пункт вантаження повинен відповідати умовам стаціонарності, відсутності післядії п ординарності. Ці умови не завжди виконуються, внаслідок чого потоки вхідних автомобілів в пункти вантаження і розвантаження вантажів є пуассонівськими і регулярними.

Якщо прибуття автомобілів в пункт вантаження розподіляється чисто випадковим чином і при цьому вірогідність того, що в одиницю часу прибудуть n автомобілів, задається законом Пуассона, то розподіл тривалості інтервалу між сусідніми автомобілями має густину:

$$f(t) = I e^{-I t}, \quad 0 < t < \infty \quad (4.10)$$

$$f(t) = 1,5 e^{-1,5 t}.$$

Закону Пуассона підкоряється також закономірність розподілу виходу автомобілів на лінію з парку фірми і прибуття їх в парк після роботи.

З літературних джерел відомо, що, коли проміжок часу між надходженнями двох послідовних автомобілів в пункт навантаження підпорядковується показниковому закону (4.10), то розподіл тривалості проміжків часу між k автомобілями буде підпорядковуватись закону Ерланга [8]:

$$f(t) = ct^k e^{-\lambda t}, \quad (4.11)$$

Це говорить про те, що прибуття автомобілів в пункт вантаження на початку робочої зміни буде пуассонівським у разі, коли $k = 0$, і відрізнятися від нього у всіх інших випадках. Потоки Ерланга є потоками з обмеженою післядією. При необмеженому збільшенні k нормований потік Ерланга наближається до регулярного потоку з постійними інтервалами, рівними $1/\lambda$. Задаючись різними k , можна одержати будь-який ступінь післядії: від повної відсутності при $k = 0$ до жорсткого функціонального зв'язку між моментами появи автомобілів при $k = \infty$.

4.2.4 Етап навантаження (розвантаження). Етапи вантаження і розвантаження пов'язані зі всіма роботами по завантаженню і розвантаженню рухомого складу автомобільного транспорту і зі всіма затримками рухомого складу в пунктах навантаження і розвантаження, з яких би причин вони не відбувалися. Технологічний процес вантажних робіт при перевезенні вантажів автомобільним транспортом складається з маневрування рухомого складу при підході до місця вантаження, піднесення вантажу, відкриття і закриття бортів або дверей кузова, укладання вантажу в кузов, ув'язки (кріплення вантажу в кузові, включаючи установку пристосувань), оформлення документів і ін. Численні операції, що становлять технологічний процес вантажних робіт, можна об'єднати в такі чотири елементи:

$t_{нр1}$ – очікування навантаження;

$t_{нр2}$ – маневрування рухомого складу;

$t_{нр3}$ – навантаження;

$t_{нр4}$ – оформлення документів.

Решта елементів цього етапу виконується послідовно. В цьому етапі час навантаження є технологічно необхідним елементом, а решта елементів надає негативну дію на пропускну можливість вантажного пункту, збільшуючи тривалість циклу транспортного процесу.

В загальному випадку наперед невідомо, скільки часу певний автомобіль знаходитиметься в пункті вантаження (розвантаження). Час простою рухомого складу під вантаженням (розвантаженням) визначатиметься за формулою:

$$t_{nr} = t_{nr1} + t_{nr2} + t_{nr3} + t_{nr4}, \text{ ГОД.}$$

або

$$t_{nr} = t_{nr2} + t_{nr3} + t_{nr4}, \text{ ГОД.}, \quad (4.12)$$

коли елемент очікування навантаження (розвантаження) буде відсутній. У разі, коли оформлення документів проводиться одночасно з виконанням процесу вантаження (розвантаження)

$$t_{nr} = t_{nr2} + t_{nr3}, \text{ ГОД.} \quad (4.13)$$

Характеристика етапу вантаження приведена на рис. 4.8.

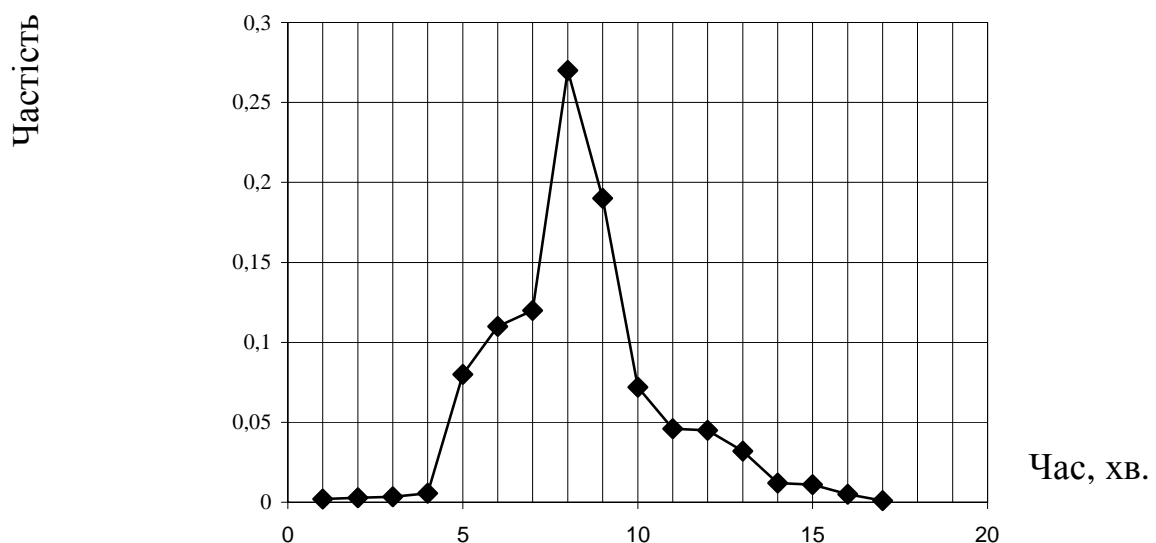


Рисунок 4.8 – Розподіл часу обслуговування автомобілів у пункті навантаження

Середній час маневрування рухомого складу в пункті вантаження коливається в межах однієї хвилини.

Тривалість елемента «навантаження» залежить від характеристики вантажу і типу рухомого складу і вантажних засобів. Так, простий автомобілів під вантаженням при перевезенні копченостей залежить від місткості ящиків, тобто від кількості тари, які завантажують в кузов автомобіля за кожну їзду. Чим більше місткість АТЗ, тим менше середній час простою автомобіля під навантаженням. В цьому випадку середній час простою під навантаженням визначається:

$$t_H = t_{H1} \cdot k_2, \text{ год.} \quad (4.14)$$

де t_{H1} - тривалість виконання одного циклу (ящика) вантаження, год.;

k_2 - кількість ящиків вантажу, завантажених в автомобіль.

Коефіцієнт варіації для таких випадків вантаження має незначну величину, а закономірність розподілу тривалості елемента вантаження описується нормальним законом [8].

Оскільки дійсне значення коефіцієнта варіації є не більше 0,2, то тривалість елемента вантаження можна приймати за постійну величину.

Знаючи закономірність розподілу вхідного потоку і часу обслуговування, можна визначити тривалість очікування автомобілем навантажувальних (розвантажувальних) робіт. Якщо прибуття автомобілів в пункти вантаження або розвантаження описується як пуассонівський випадковий процес з параметром λ , а час обслуговування має довільний розподіл з інтенсивністю обслуговування μ , то середній час очікування в черзі, згідно формулі Поллачека-Хінчина, визначиться:

$$t_1 = \frac{1}{\mu} \frac{\sigma^2 D(t) + 1}{2(1 - r)}, \text{ год.} \quad (4.15)$$

де $D(t)$ - дисперсія часу обслуговування;

ρ – приведена густина вхідного потоку автомобілів. При постійному часі обслуговування дисперсія $D(t)=0$, при ерланговському розподілі – $D(t) = 1/km^2$ і при експоненціальному - $D(t) = 1/m^2$.

Таким чином, оскільки тривалість навантаження (розвантаження) при відомій кількості вантажу приймаємо постійним, то середній час очікування навантажувально-розвантажувальних робіт рухомих складом визначатиметься за формулою:

$$t_1 = \frac{r^2}{2l(1-r)}, \text{ год.} \quad (4.16)$$

$$t_1 = \frac{0.2^2}{2 \times 1,5(1-0,2)} = 0.0167 \text{ год.} \approx 1 \text{ хв.}$$

4.2.6 Етап транспортування вантажу. Ефективність етапів транспортування вантажу та порожньої тари і подачі рухомого складу під навантаження пов'язана з дальністю транспортування і швидкістю руху автомобіля. На технічну швидкість руху автомобіля впливають:

- техніко-експлуатаційні якості автомобіля (динамічні якості, їх відповідність умовам руху, конструкції підвіски, стійкості руху на дорогах і т. д.);
- експлуатаційні чинники (величина дорожнього опору, стан дорожнього покриття, інтенсивність руху, організація руху і ін.);
- кваліфікація водія, час доби, тривалість роботи і т.д. Водії самостійно управляють своїми автомобілями, і зміна швидкості руху є важливим для них чинником як у виконанні завдання, так і в забезпеченні безпеки руху.

Характеристика етапу транспортування вантажу приведена на рис. 4.10.

4.3 Параметричні ряди оптимальної кількості автомобілів

Якщо прийняти за критерій мінімум собівартості виконання 1 т-км транспортної роботи, що для міжміських перевезень є актуальнішим, ніж для

місцевих, то можна виділити декілька оптимальних транспортно-технологічних схем для дискретних значень такту (табл. 4.2).

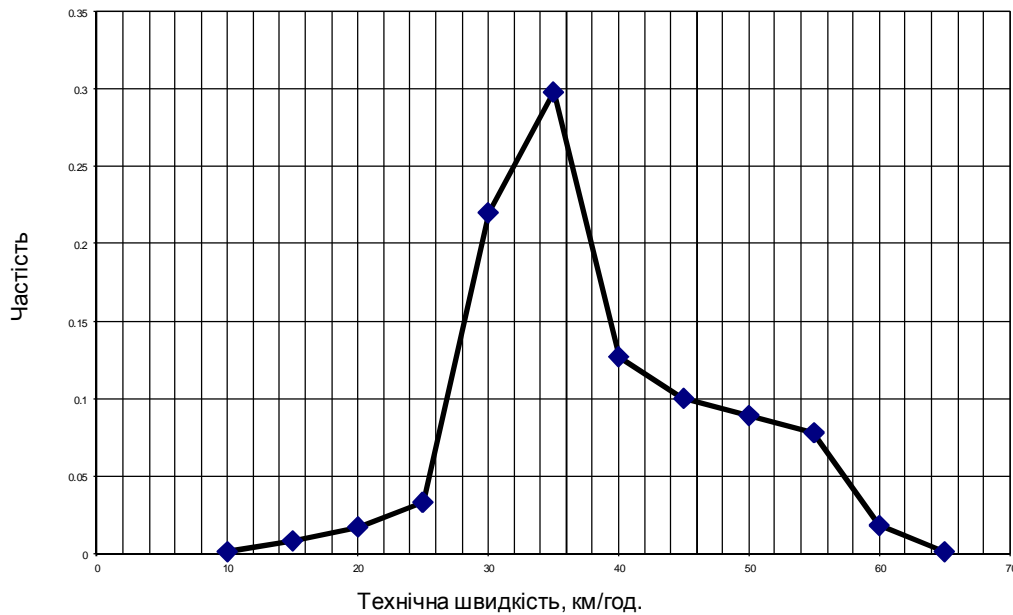


Рисунок 4.17 – Розподіл швидкості руху автомобілів

З табл. 4.2. та рис. 4.17. видно, що:

- для кожного інтервалу такту є тільки одна оптимальна транспортно-технологічна схема;
- із зменшенням такту виробництва, тобто загального обсягу перевезення більш економічними стають автомобілі вантажністю 800 кг, а з подальшим зменшенням – 440 кг;
- автомобілі вантажністю 1 т, а також вантажністю 3,5 т є взагалі поза конкуренцією при будь-якому обсягу замовлень;
- кількість маршрутів, які обслуговують автомобілі залежать від їх вантажності і розміру парку;
- крім кількості автомобілів транспортно-технологічна схема передбачає визначену кількість постів навантаження, що забезпечує задану тривалість простою.

Таблиця 4.2 – Параметричний ряд транспортно-технологічних систем

Інтервал такту, год.	Кількість автомобілів	Фактична вантажність автомобіля, т	Кількість постів навантаження	Кількість маршрутів, які обслуговуються	Загальна довжина поїздок з вантажем, км	Обсяг перевезення за добу, т
0,1-0,39	24	2	6	24	903	480-123
0,4-0,42	21	2	6	24	903	120-115
0,425-0,46	18	2	6	22	796	114-105
0,47-0,52	15	2	3	21	700	104-92
0,52-0,59	12	2	3	20	528	91-81
0,6-0,67	9	2	3	19	329	80-72
0,68-0,70	20	0,8	6	21	700	71-69
0,705-0,785	6	2	3	4	212	68-61
0,79-0,84	15	0,44	6	15	700	60-57
0,85-0,88	9	0,8	3	9	528	56-55
0,89-0,93	12	0,44	4	12	612	54-51,6
0,94-1,015	6	0,80	6	6	329	51-47,3
1,02-1,045	6	0,44	6	6	329	47-46
1,05-1,2	4	0,44	1	4	72	45,7-40

ВИСНОВКИ

1. Проблема перевезення с.г. продукції автомобільним транспортом, а також змін в структурі системи їх збуту полягає в тому, що такі зміни вимагають використання принципово нових транспортно-технологічних схем. Однак, їх організація здійснюється без належного обґрунтування структури парку спец. автомобілів, що зрідка приводить до бажаного результату.

2. Показники ефективності транспортно-технологічної схеми доставки вантажів, які швидко псуються, є відображенням властивостей її технології в досить широкому діапазоні, оскільки залежить від міжопераційних зв'язків, випадкового характеру транспортного процесу, що дає змогу встановити зв'язок між процесами виробництва, складування, транспортування й споживання продукції.

3. В результаті структурного моделювання ТТС отримана залежність мінімальної гарантованої тривалості доставки ВШП від такту початкової логістичної операції τ_1 , яка є кусково-неперервною. Для різних типів ТТС (різних маршрутів, типів і кількості, вантажностей АТЗ) вона має розриви при одних і тих самих значеннях такту, які можна назвати *критичними*, оскільки для їх досягненні потрібно змінювати тип ТТС.

4. Необхідна кількість АТЗ для обслуговування заданої ТТС доставки вантажів лише для критичних значень такту відповідає кількості, що обчислена за принципом пропорційності залучених засобів до обсягу виконаної ними транспортної роботи. В іншому разі провізні можливості парку АТЗ недовикористовуються. Цей ефект тим більш помітний, чим складнішою є ТТС. Таким чином потрібну кількість АТЗ потрібно вибирати разом із структурою ТТС доставки для тих значень інтервалів вхідного такту (виробничої програми), що є критичними.

5. Залежність витрат на доставку ВШП від інтенсивності вантажопотоку не є монотонною. Не можна однозначно стверджувати, що із

зростанням обсягів доставки ВШП за заданою ТТС частка транспортних витрат монотонно зростає, або зменшується.

6. Існує декілька видів ТТС, які є оптимальними щодо витрат на перевезення. Транспортні витрати є найменші, якщо такт подачі АТЗ та їх вантажомісткість узгоджені з процесом формування замовлень, утворення гуртів відправлення, розміром пакетів та обсягом зберігання.

7. Найбільш „гнучкою” щодо забезпечення якості продукції – з одного боку, та широкого інтервалу інтенсивностей споживання – з іншого, є ТТС, що включає логістичний центр. При цьому схема характеризується майже постійною якістю доставки (гарантована тривалість не перевищує 7,5 год.). ТТС може успішно використовуватись на інтервалі інтенсивності попиту від 10 до 2500 пакетів/год. Єдиною практичною складністю її реалізації є наявність великого за кількістю і різноманітного за структурою парку АТЗ.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Умови праці на підприємстві

Власник або уповноважений ним орган зобов'язані приділяти увагу умовам праці працівника, полегшувати їх оздоровлювати навколишнє середовище і т.д. забезпечувати контроль за здоров'ям працівників зі шкідливими умовами праці, забезпечувати спецодягом і засобами захисту працюючих від шкідливого впливу речовин, використовуваних у процесі роботи. Стежити за дотриманням трудового законодавства, створювати умови для здійснення контролю за умовами праці, піклуватися про відпочинок працюючих.

Права громадян, у тому числі працівників, закріплені у відповідних нормативно-правових актах, може бути реалізовано тільки за умови, якщо в нормативному порядку будуть встановлені для цього необхідні гарантії.

Закон України "Про охорону праці" від 01.11.2003 р. передбачає цілий ряд гарантій прав громадян на охорону праці як при укладенні трудового договору, так і під час роботи на підприємстві.

Чинне законодавство передбачає систему гарантій щодо охорони здоров'я працівників на виробництві. Згідно зі ст. 43 Конституції України кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці. Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Однією з гарантій є й те, що згідно зі ст. 153 КЗпП працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для оточуючих його людей і навколишнього середовища. Факт наявності такої ситуації підтверджується фахівцями з охорони праці підприємства за участю представника профспілки й уповноваженого трудового колективу, а за період простою з цих причин не з вини працівника за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо власник не виконує законодавство про охорону праці, умови

колективного договору з цих питань. У цьому випадку працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менш 3-місячного заробітку (ч. 3 ст. 38, ст. 44 КЗпП).

На час припинення експлуатації підприємства або обладнання органом державного нагляду або службою охорони праці працівникам гарантується збереження місця роботи.

Гарантійною нормою є й те, що на власника покладається обов'язок безкоштовної видачі працівникам спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, змиваючих і знешкоджуючих засобів, а якщо працівник був вимушений придбати їх за власні кошти, — компенсувати йому витрати.

Серед гарантій прав громадян на охорону здоров'я під час праці особливо необхідно виділити обов'язок власника відшкодувати працівникові шкоду, заподіяну йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням трудових обов'язків.

Охорона здоров'я робітників, забезпечення безпечних умов праці, попередження професійних захворювань і усунення виробничого травматизму складають постійну турботу держави.

5.2 Техніка безпеки працівників. Інструктаж з техніки безпеки

Навчання й інструктажі працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці. Вони проводяться з учнями, вихованцями і студентами навчально-виховних закладів, працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

Усі працівники, яких приймають на роботу і які в процесі роботи проходять на підприємстві навчання й інструктаж з питань охорони праці, вивчають правила надання першої і швидкої допомоги потерпілим від нещасного випадку, а також правила поведінки при виникненні аварії чи пожежі на підприємстві.

Відповідно до закону «Про охорону праці», затвердженими Верховною Радою України у 01.11.2003р., нагляд і контроль за дотриманням

законодавства про працю і правил по охороні праці здійснюють державні органи й інспекції, що не залежать у своїй діяльності від адміністрації підприємств і організацій, і профспілки, а також знаходяться в їхньому підпорядкуванні технічна і правова інспекції праці.

Відповідальність за керівництво роботою по охороні праці і техніку безпеки, проведення заходів щодо зниження і попередження виробничого травматизму і профзахворювань покладається на керівника підприємства.

Відповідальним обличчям за охорону праці, техніку безпеки і виробничу санітарію є інженер (старший інженер) по техніці безпеки, підлеглий головному інженеру підприємства.

Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки, а також де є необхідність у професійному доборі, проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці в термін, установлений відповідними галузевими нормативними актами, але не рідше одного разу в рік.

Допуск до роботи осіб до початку виконання своїх обов'язків періодично проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Навчання керівників підприємств і заснувань і їхніх заступників, що безпосередньо відповідають за організацію охорони праці на підприємстві чи в установі, проводиться в навчальних установах, що мають дозвіл Комітету з нагляду за охороною праці України на проведення такого навчання.

На підприємствах навчання з питань охорони праці організовує відділ охорони праці підприємства, залучає до цього працівників відділу охорони праці і фахівців, що пройшли навчання і перевірку знань у навчальних установах або установах Держнагляду по охороні праці.

Інструктажі бувають:

- 1 Вступний (із усіма працівниками, що тільки що прийняті на роботу)
- 2 Первинний (проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником).

3 Повторний (проводиться на робочому місці з усіма працівниками)

4 Позаплановий (проводиться при введенні нових нормативних актів, при заміні технологічного процесу, при порушенні нормативних актів працівниками, по вимозі відповідного державного органу, при перерві в роботі виконавця більш ніж на 30 календарних днів і ін.)

5 Цільовий (при виконанні разових робіт, при ліквідації наслідків аварії і т.д., при виконанні робіт, що оформляються нарядом – допуском чи письмовим дозволом, у випадку екскурсії або організації масових заходів з учнями і вихованцями).

Водії можуть бути допущені до роботи тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки. Інструктаж проводиться по наступним видах:

вступний інструктаж при надходженні на роботу, інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж. Повторний інструктаж проводять не рідше одного разу в 6 місяців, а додатковий — при порушенні працюючим правил і інструкцій з техніки безпеки.

5.3 Задачі для підприємства

1. Ввести такий механізм управління охороною праці, коли буде економічно не вигідно мати шкідливі і небезпечні умови виробництва (встановлення диференційованих страхових тарифів залежно від стану охорони праці на підприємствах).

2. Забезпечити надійне фінансування витрат, пов'язаних з виплатою компенсацій працівникам при втраті працездатності, а також пенсій по інвалідності і у випадку смерті годувальника.

3. Організувати надійну систему медичної, професійної та соціальної реабілітації потерпілих на виробництві.

4. Значно підвищити рівень усієї профілактичної роботи щодо запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артамонова Ю. В., Гармаш О. Г., Хрипуненко Г. В. Підвищення ефективності доставки швидкопсувних вантажів автомобілями шляхом мінімізації часу руху від постачальника до споживача. Наук. вісн. ХДМІ. 2011. № 1. С. 110-118.
2. Барановський Д. М. Підвищення ефективності вантажних перевезень автомобільним транспортом. Вісн. Донец. акад. автомоб. трансп. 2010. № 3. С. 4-12.
3. Вільковський Є. К. Методика визначення необхідної кількості автотранспортних засобів на маятникових маршрутах. Вісник НТУ. 2006, №13. Ч.2. С.68-72.
4. Воркут Т. А. Проектування систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань. К. НТУ, 2002. 248 с.
5. Воркут Т. А., Грисюк Ю.С., Методичні аспекти визначення постачальників транспортних послуг за субконтрактами проектно-орієнтованими підприємствами логістичних провайдерів. Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2008. №5. С. 251 – 258.
6. Горяинов А. Н., Малик Е. О. Изменение числовых значений показателей работы автотранспорта во времени в логистической системе. Вестн. ХНАДУ. 2008. Вып. 41. С. 96-99.
7. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю. О. Давідіч. — Х.: Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2010. — 345 с.
8. Заборський Л.О. Методичні основи транспортно-технологічних процесів у системах доставки вантажів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 „Транспортні системи”. – Одеса: Одеськ. нац. морськ. ун-т, 2008. – 20 с.
9. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. навчальний посібник для студентів напряму „Транспортні технології”. К. Вид. дім

- „Слово”, 2008. 408 с.
10. Крикавський Є. В. Логістична система. Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 264с.
 11. Нагорний Є. В., Шраменко Н. Ю. Визначення технологічних параметрів функціонування термінального комплексу в умовах ринку транспортних послуг. Вестн. ХНАДУ. 2011. Вып. 53. С. 51-55.
 12. Наумов В. С. Визначення залежності показника якості транспортно-експедиційного обслуговування від параметрів потоку заявок Автомоб. трансп: Сб. науч. тр. 2008. Вып. 23. С. 39-42.
 13. Подоляка О. О. Алгоритми і моделі послідовно-паралельного упорядкування та призначення робіт в системах управління транспортом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. Харків, 2000. 19с.
 14. Павленко О. В. Вибір раціональної транспортно-технологічної схеми доставки тарно-штучних вантажів у міжрегіональному сполученні Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2011. № 6/4. С. 55-58.
 15. Тригуба А. М. Параметри транспортно-заготівельної інфраструктури молокопереробного підприємства: автореф. дис... канд. техн. наук. Львів. держ. аграр. ун-т. Л. 2004. 17 с.
 16. Шраменко Н. Ю. Визначення обсягу партії постачання при доставці дрібнопартійних вантажів. Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2010. № 3/6. С. 18-20.
 17. Шраменко Н. Ю. Вибір оптимальної стратегії обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах. Вестн. ХНАДУ. 2009. Вып. 44. С. 78-82.

Удосконалення системи оперативного керування парком автотранспортних засобів і тракторів агропідприємства

**Виконав студент групи АІН-61
Хілярський Ігор Петрович**

Керівник - д.т.н. Кузьмінський Р.Д.

Мета дослідження – підвищити ефективність перевезення вантажів, які швидко псуються шляхом застосування оптимальної за критеріями витрачених часу коштів структури парку автотранспортних засобів.

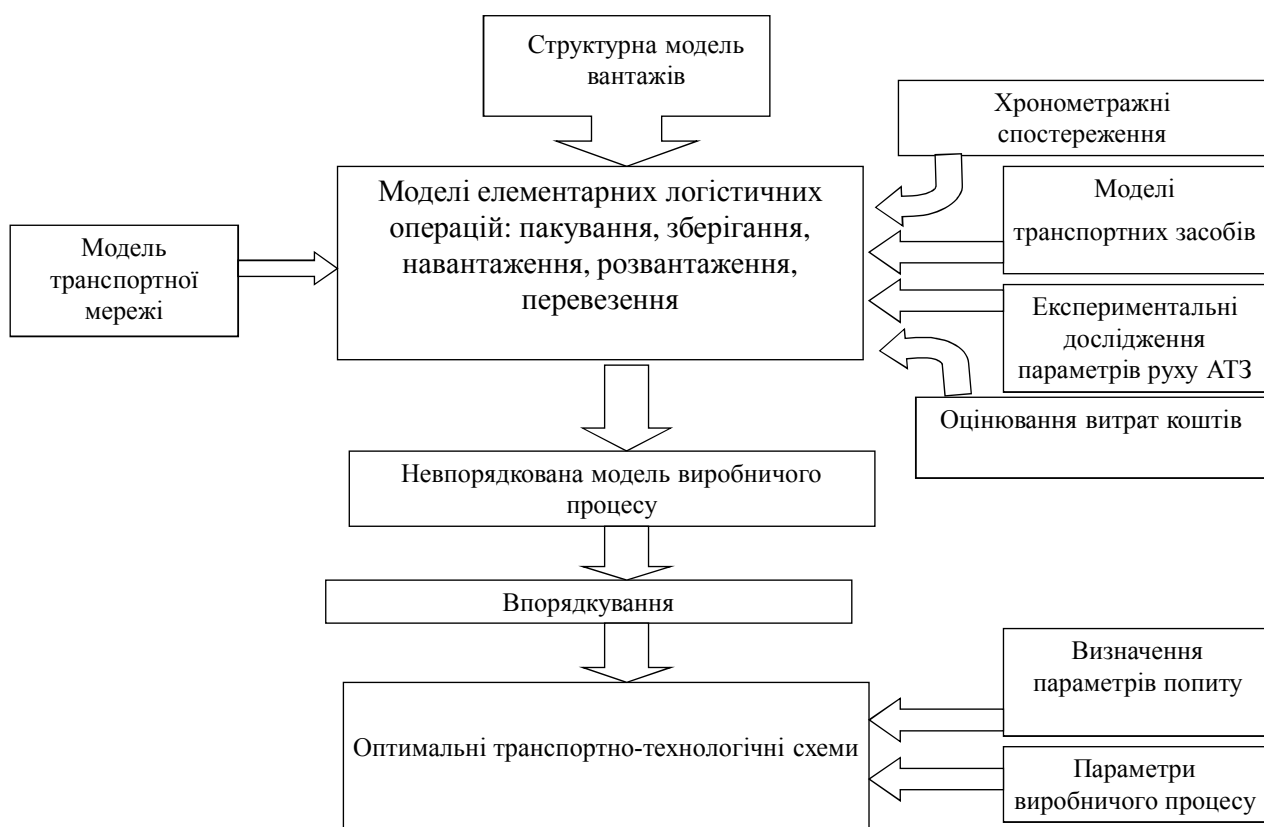
Предмет досліджень. Залежність показників ефективності процесів постачання вантажів, які швидко псуються від структури парку спеціалізованих автотранспортних засобів.

Об'єкти досліджень. Процеси доставки тарних поштучних вантажів, які швидко псуються.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі **задачі**:

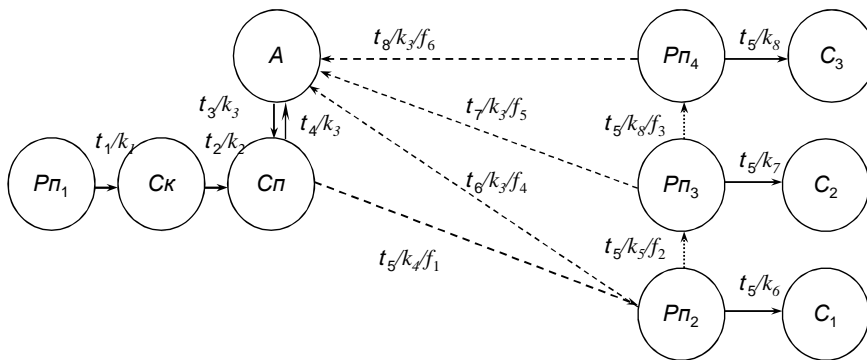
1. Дослідити параметри матеріальних потоків: вантажів, які швидко псуються і спеціалізованих транспортних засобів, що їх перевозять.
2. Виконати структурне моделювання транспортно-технологічних схем за показниками тривалості і енергоощадності.
3. Розробити параметричні ряди транспортно-технологічних схем.

Схема виконання магістерської роботи

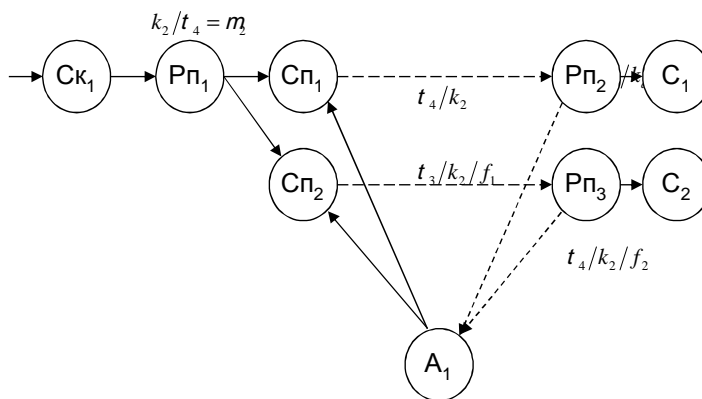


Приклади моделей транспортно-технологічних схем

Кільцеві маршрути

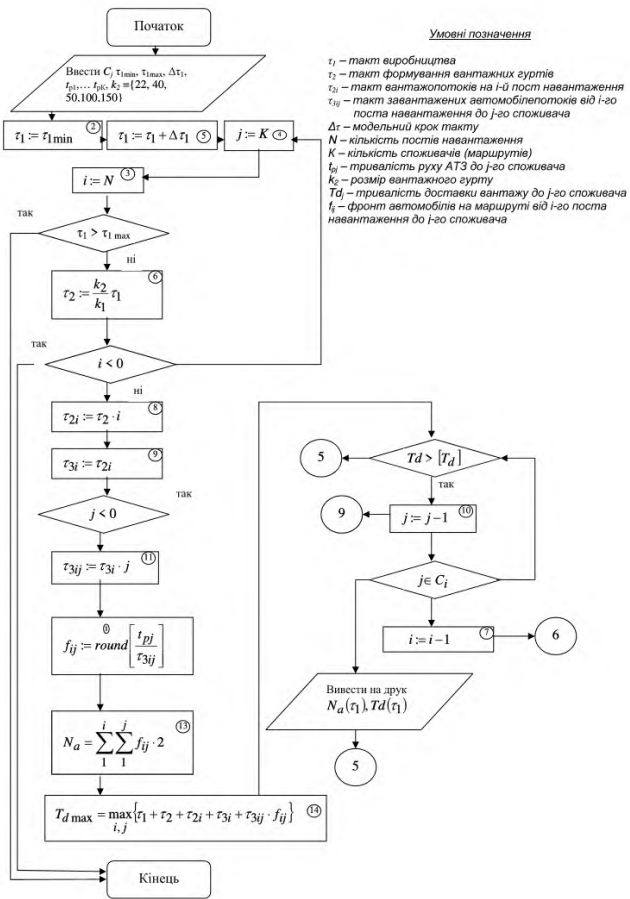


Маятникові маршрути



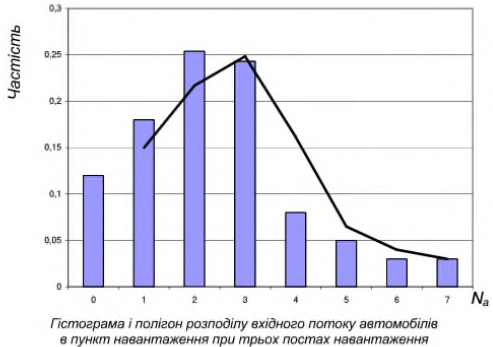
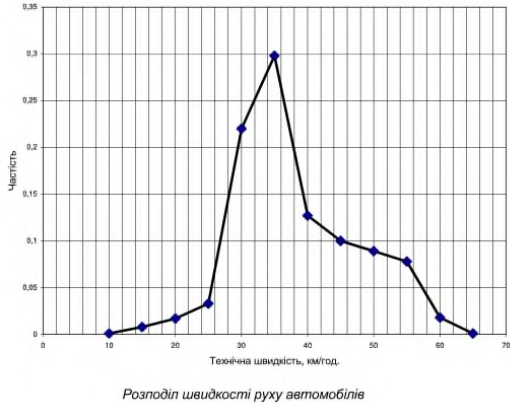
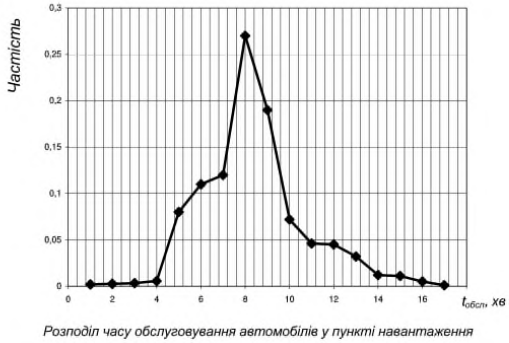
Хронометражні спостереження за операціями транспортного процесу

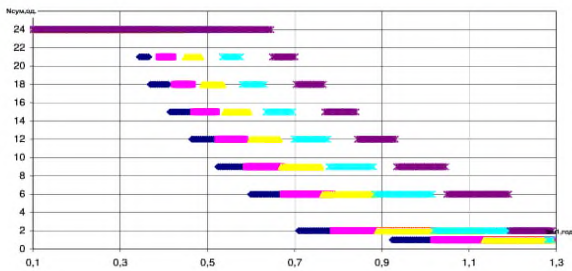
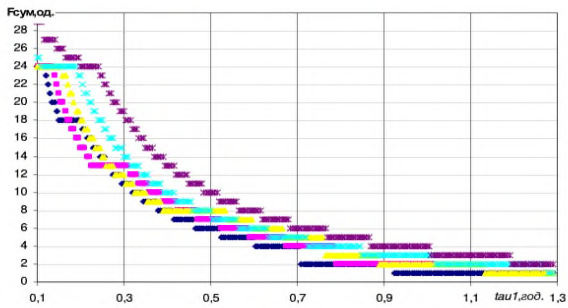
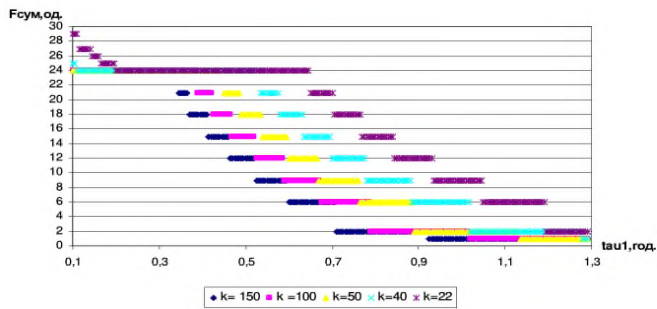
Зміст витрат часу	Хронометражний ряд, с	Коефіцієнт стійкості	Середнє значення, с
Завантаження одного ящика в автомобіль вантажністю 0,5 т	66, 69, 70, 70, 72, 72, 72, 84, 85, 85, 85, 88, 90, 92, 92, 94	1,42	82
Завантаження одного ящика в автомобіль вантажністю 3,5 т	112, 115, 115, 120, 121, 122, 124, 124, 128, 129, 130, 131, 133, 134	1,19	124,14
Розвантаження одного ящика з автомобіля вантажністю 0,5 т	72, 72, 75, 78, 80, 81, 88, 89, 90, 92, 95, 100, 105	1,45	85,9
Розвантаження одного ящика з автомобіля вантажністю 3,5 т	127, 128, 128, 128, 130, 132, 134, 136, 140, 147	1,16	133,6



Блок-схема алгоритму структурного моделювання ТТС

Результати експериментальних спостережень за експлуатацією спеціального рухомого складу

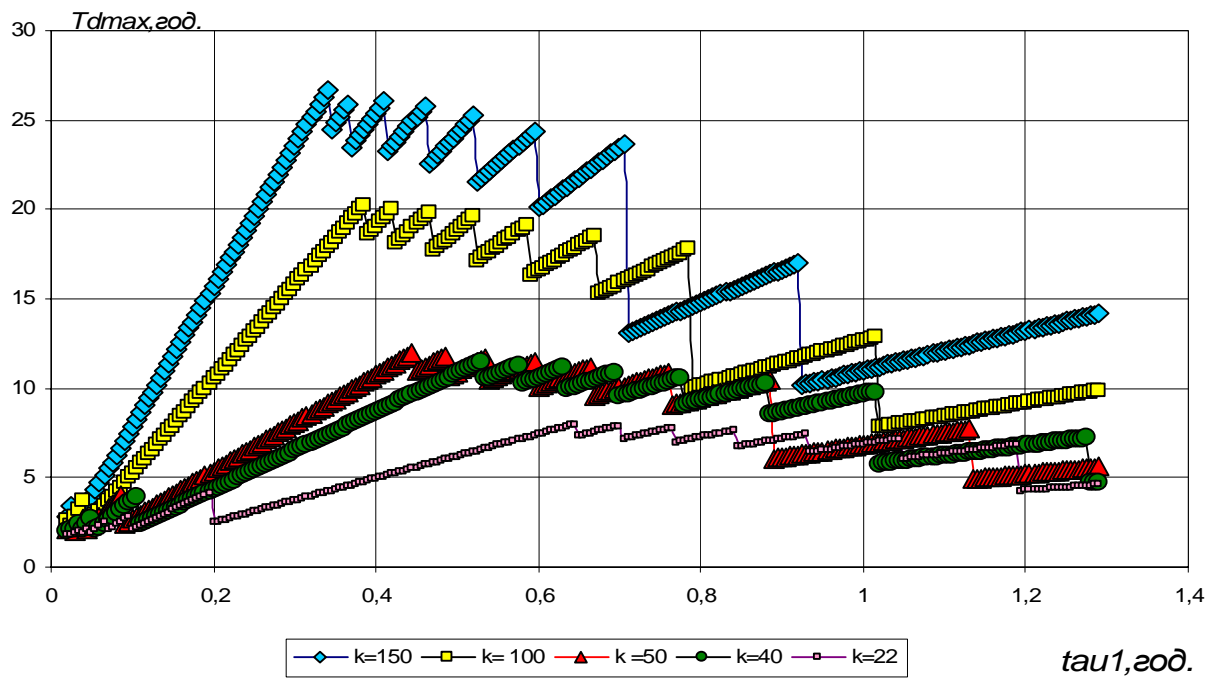




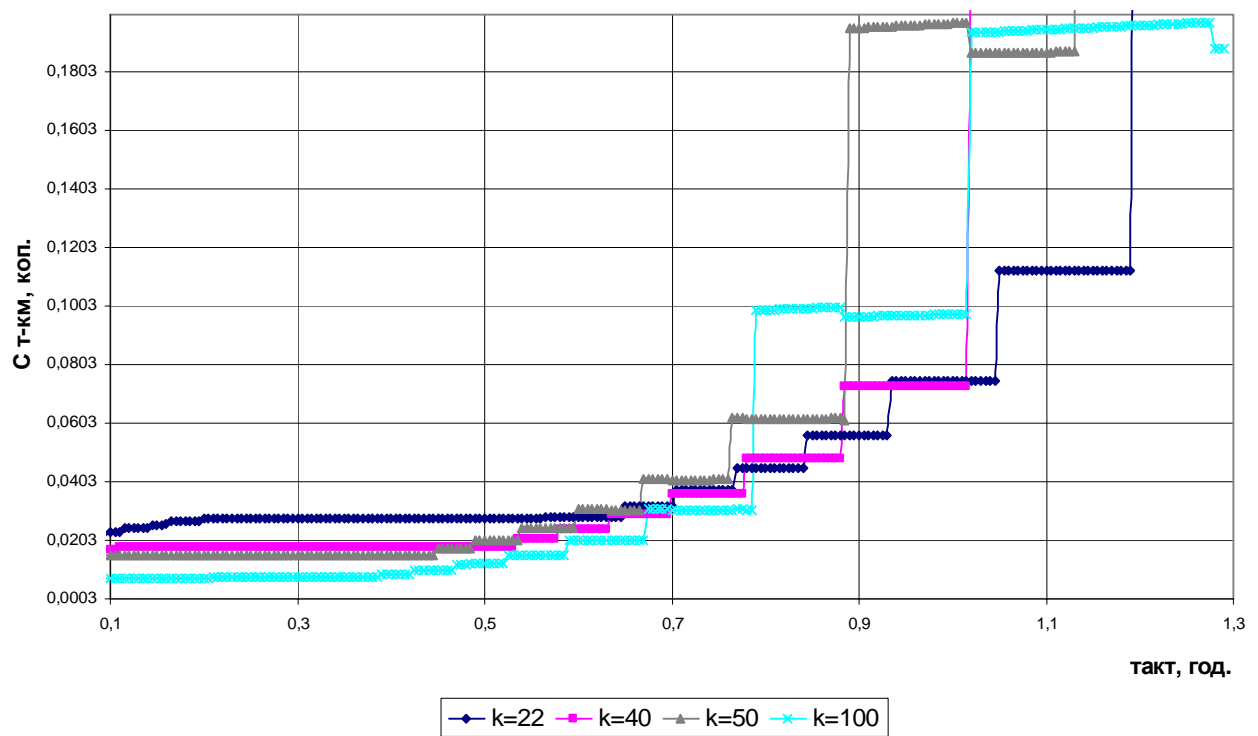
Залежність необхідної кількості АТЗ від виду ТТС і вантажомісткості:

- а) маятникові маршрути
- б) кільцеві маршрути
- в) комбіновані маршрути

Залежність максимальної тривалості доставки від такту виробництва і розміру вантажного гурту при трьох постах завантаження



Залежність собівартості 1 т-км транспортної роботи від такту виробництва



Параметричний ряд транспортно-технологічних схем

Інтервал такту, год.	Кількість автомобілів в	Фактична вантажність автомобіля, т	Кількість постів навантажених	Кількість маршрутів, які обслуговуютьс	Загальна довжина поїздок з вантажем, км	Обсяг перевезення за добу, т
0,1-0,39	24	2	6	24	903	480-123
0,4-0,42	21	2	6	24	903	120-115
0,425-0,46	18	2	6	22	796	114-105
0,47-0,52	15	2	3	21	700	104-92
0,52-0,59	12	2	3	20	528	91-81
0,6-0,67	9	2	3	19	329	80-72
0,68-0,70	20	0,8	6	21	700	71-69
0,705-0,785	6	2	3	4	212	68-61
0,79-0,84	15	0,44	6	15	700	60-57
0,85-0,88	9	0,8	3	9	528	56-55
0,89-0,93	12	0,44	4	12	612	54-51,6
0,94-1,015	6	0,80	6	6	329	51-47,3
1,02-1,045	6	0,44	6	6	329	47-46
1,05-1,2	4	0,44	1	4	72	45,7-40
1,2-1,3	Доставка вантажу нерентабельна					

ВИСНОВКИ

1. Найважливішим елементом розробки технологічного процесу автоперевезень вантажів, які швидко псуються, є вибір транспортно-технологічної схеми. Кожна транспортно-технологічна схема може бути представлена у вигляді набору типових операцій, складених у блоки. З цих блоків формується весь технологічний ланцюжок. Головними чинниками, що визначають вибір транспортно-технологічних схем, є вид продукту, що перевозиться, і умови його виробництва і споживання.
2. Недоліками відомих методів обґрунтування необхідної кількості і вантажомісткості автотранспортних засобів є те, що вони не враховують дискретний і ритмічний характер автомобілепотоків.
3. При розширенні сфери збуту швидкопсувної продукції планова довжина маршрутів збільшується непропорційно. Це підтверджує методика розробки маршрутів між одним відправним і 24 новими транспортними пунктами.
4. Тривалість доставки вантажів має дискретний характер залежності від такту. Графік цих залежностей – кусково-неперервні функції. Із збільшенням такту в межах неперервної ділянки зростають простоя автомобіля, пов'язані з узгодженням його роботи з іншими автомобілями транспортно-технологічної схеми.
5. Кількість автомобілів має дискретний характер залежності від такту процесу. На цю кількість також впливає їх вантажність і кількість постів навантаження.
6. Залежність тривалості виконання 1 т-км транспортної роботи від такту і вантажності автомобілів показує, що існують інтервали тактів (загальних обсягів перевезення), на яких певні транспортно-технологічні схеми є переважаючими. Це дало підставу сформулювати оптимальний параметричний ряд таких схем для проекту розширення території збуту вантажів, які швидко псуються.