**Дорош Василь Михайлович. Оптимізація транспортно-технологічних схем доставки тарно-поштучних швидкопсувних вантажів.- Дис. канд. техн. наук: 05.22.01, Нац. трансп. ун-т. - Київ, 2014.- 175 с.**

Міністерство освіти і науки України Національний транспортний університет

На правах рукопису

Дорош Василь Михайлович

УДК 656.027

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ТАРНО-ПОШТУЧНИХ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ

1. - транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник Вільковський Євстафій Костянтинович,

к.т.н., доцент

Київ-2014

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 4

ВСТУП 5

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ 11

* 1. Аналіз досліджень складних транспортно-технологічних систем 11
  2. [Вибір парку транспортних засобів для забезпечення транспортно- технологічної схеми 20](#bookmark2)
  3. [Критерії ефективності транспортно-технологічних схем 26](#bookmark3)
  4. [Використання міжопераційних запасів та укрупнення матеріального потоку 31](#bookmark4)
  5. [Висновки до розділу 32](#bookmark5)

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДИСКРЕТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ 34

1. Загальна методика досліджень 34
2. [Становлення структури транспортно-технологічної схеми 43](#bookmark6)
3. [Міжопераційні часові зв’язки 54](#bookmark7)
4. [Висновки до розділу 59](#bookmark9)

РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ

ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ . 60

1. Схеми доставки вантажів на маятникових маршрутах 60
2. [Моделювання транспортно-технологічних схем доставки вантажів при змінній фактичній вантажності автомобілів на кільцевих маршрутах 66](#bookmark10)
3. [Розв’язання задачі за умов випадкового попиту 81](#bookmark12)
4. [Висновки до розділу 82](#bookmark13)

РОЗДІЛ 4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ 84

* 1. Методика визначення тривалості елементарної логістичної операції .. 84
  2. [Визначення фактичних значень середніх технічних та експлуата­ційних швидкостей 87](#bookmark14)
  3. [Імітаційна модель матеріальних потоків 89](#bookmark15)
  4. Алгоритм оптимізації структури моделі 95
  5. [Тривалість доставки вантажів 103](#bookmark16)
  6. Перевезення на розвізних маршрутах 115
  7. Параметричні ряди оптимальних транспортно-технологічних схем .. 119
  8. [Висновки до розділу 126](#bookmark20)

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 128

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 130

ДОДАТКИ 143

ДОДАТОК А Фрагмент розрахунку ТТС в MS Excel 144

ДОДАТОК Б Розрахунок оптимальної схеми за критерієм мініма­льних логістичних витрат в MS EXCEL 146

ДОДАТОК В Розрахунок тривалості доставки за випадкового

характеру тривалостей операцій в MS Excel 149

ДОДАТОК Г Вид підпрограми блоку умов для імітаційного

моделювання потоків в ТТС в середовищі Simulink 153

ДОДАТОК Д Вид підпрограми, що відображає блок розгалужен­ня/сполучення для імітаційного моделювання потоків в

ТТС в середовищі Simulink 154

ДОДАТОК Е Вид підпрограми блоку вхідних параметрів для імітаційного

моделювання потоків в ТТС в середовищі Simulink 155

ДОДАТОК Ж Розрахунок ТТС доставки хлібобулочних виробів в MS Excel..156 ДОДАТОК И Роздрук програми і її модуля для імітаційного моделювання

матеріальних потоків в середовищі Borland Pascal 158

ДОДАТОК К Результати статистичної обробки даних про тривалість опе­рацій навантаження автомобіля вантажністю 3,5 т 167

ДОДАТОК Л Акти впровадження 169

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АТЗ - автотранспортний засіб АТП - автотранспортне підприємство БВП - блок вхідного потоку БКП - блок керування потоками БО - блок обмежень БУ - блок умов

ЕЛО - елементарна логістична операція

ЛВ - логістичні витрати

ЛС - логістична система

ЛЦ - логістичний центр

МП - матеріальний потік

МЕ - матеріальний елемент

РЦ - розподільчий центр

Р/С - розгалуження/сполучення потоків

П - позиціонування потоків

ПТБ - предметно-технологічний базис

С/П - сповільнення/пришвидшення потоку

ТТС - транспортно-технологічна схема

ШПВ - швидкопсувні вантажі

Актуальність теми. Розвиток підприємств, які виготовляють продук­ти харчування, 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) автотранспортних засобів не дає пропорційного ефекту, бо обмежен­ня на використання автомобілів накладають чинні транспортно-технологічні логістичні схеми, такі як: особливості транспортної мережі, розмір гурту, особливість пакування, складування. Якщо концентрація виробництва тттви- дкопсувних вантажів набуває більших масштабів, то це зумовлює необхід­ність розширити територію їх споживання, а отже - використовувати склад­ніші канали збуту й обґрунтовані транспортно-технологічні схеми.

З іншого боку, проблема збільшення вантажопотоків від підприємств харчової галузі полягає в обґрунтуванні схем матеріальних потоків, які б за­безпечували найшвидшу доставку з найменшими втратами. Якісна доставка продуктів, які швидко псуються, кінцевому споживачеві є виробничою зада­чею, яка в повному обсязі стосується усіх суб’єктів логістичного ланцюга: від виробника до роздрібного продавця. Мова йде, переважно, про продукти харчування. Їх усіх об’єднує, насамперед, головний критерій якості поста­чання кінцевому споживачеві - тривалість, при дотриманні необхідних фі­зичних умов. Однак на практиці, під впливом певних бізнес-процесів скла­лися усталені транспортно-технологічні системи, та розвиваються нові, які не цілком відображають інтереси усіх учасників процесу постачання та на­званого критерію. Особливо це стосується транспортування та складської інфраструктури, саме через які значно зростають логістичні витрати на пе­ревезення швидкопсувних вантажів. Виникає суперечність: підвищення яко­сті послуг з постачання продуктів харчування приводить до нелінійного

зростання витрат на це. Коливання попиту на продукти споживання додають додаткових складностей в організації збуту.

Використання у перевезеннях різномарочного рухомого складу, різних за розмірами транспортних пакетів, допоміжних засобів зумовлює непропо­рційність і несинхронність транспортного процесу. До цього часу не вико­ристовуються резерви скорочення витрат часу та енергоресурсів, пов'язаних із структурною невпорядкованістю транспортно-технологічних схем. Вико­ристання методів теорії масового обслуговування та імітаційного моделю­вання не дають можливості оперативного керування доставкою швидкопсу­вних вантажів.

Перевізники намагаються домогтися стабільності в обсягах і замов­леннях. В умовах змінних ринкових умов їм потрібно володіти методологі­єю оперативної оптимізації транспортно-технологічних схем.

Частка логістичних витрат у собівартості виробництва й постачання продуктів харчування коливається в межах 30-65%. У цій галузі це - об’єктивно необхідний показник, оскільки її споживачі роззосереджені на великій мережі, а продукція вимагає найкоротших термінів збуту, оскільки швидко псується. В окремих випадках, щоб дотриматись умов і часу поста­чання, виробники харчових продуктів збільшують витрати понад 50% від сукупних [[39]](#bookmark25). Але й таке збільшення не може цілком усунути втрати про­дукції. Їх розміри залежать від масштабів виробництва, географії мережі збуту, технології переробки вантажу, транспортної системи та інших чинни­ків. Для того, щоб зменшити ці втрати до рівня природного убутку - з одно­го боку, та мінімузувати логістичні витрати - з іншого, актуальним є дослі­дження впливу транспортно-технологічної схеми постачання продукції, яка швидко псується, на обсяг, структуру її логістичних витрат.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано за планом наукових досліджень у рам­ках держбюджетної науково-дослідної роботи Національного транспортного університету: “Розробка моделей та методів для оптимізації перевезень па­сажирів і вантажів на території України— (НДР № 84, держреєстрація 0110U000123).

Мета і задачі дослідження.

Мета дослідження - підвищити ефективність доставки швидкопсув­них вантажів застосуванням оптимальних транспортно-технологічних схем, за критерієм мінімальних логістичних витрат, при дотриманні допустимих термінів доставки.

Об’ єкт дослідження. Процес доставки тарних поштучних швидкопсу­вних вантажів.

Предмет дослідження. Залежність показників ефективності процесів доставки швидкопсувних вантажів від структури транспортно-технологічної схеми та властивостей її матеріальної основи.

Задачі дослідження

1. Провести аналітичний огляд попередніх досліджень щодо теоре­тичних засад становлення транспортно-технологічних схем та запропонува­ти відповідну методику детермінованого розрахунку їх параметрів.
2. Розробити закономірності зміни властивостей транспортно- технологічної схеми доставки швидкопсувних вантажів залежно від її струк­тури, при застосуванні чинних транспортно-складських технологій і наяв­них технічних засобів.
3. Розробити методику і виконати структурне та імітаційне моделю­вання транспортно-технологічних схем, визначивши гарантовану тривалість доставки швидкопсувних вантажів, мінімальну кількість автотранспортних засобів різної вантажності.
4. Встановити залежності логістичних витрат від структури транспортно- технологічної схеми та розробити оптимальні за цим показником параметричні ряди і пропозиції щодо їх впровадження.

Методи дослідження. Дослідження, що стосуються теорії дискретних транспортних процесів базуються на основах системного аналізу. Викорис­тано, також, елементи теорій графів, мережного планування потоків. При розв’язанні деяких сформульованих задач досліджень використовувались методи математичного програмування для пошуку екстремуму цільової фу­нкції, математичної статистики - при визначенні тривалості окремих логіс- тичних операцій, дослідження операцій і теорії керування запасами - при розробці математичних моделей ланок транспортно-технологічної схеми.

Наукова новизна отриманих результатів. Розвинуто теорію транс­портних процесів на основі дискретних матеріальних потоків, декомпозиції та синтезу логістичних ланцюгів. Вперше застосовано структурне моделю­вання при детермінованих термінах виконання логістичних операцій у тран­спортно-технологічних схемах. Отримало подальший розвиток рішення за­дачі нелінійної оптимізації логістичних витрат при обмеженнях на викорис­тані ресурси, та допустимої тривалості доставки вантажів, що дало змогу знизити логістичні витрати. Транспортний процес розглядається у взає­мозв’язку з виробничою і споживчою сферами, підпорядкований такту ви­робництва - з одного боку, інтенсивності споживання у роздрібній мережі - з іншого. Вперше розроблена і застосована класифікація логістичних витрат за структурними елементами транспортно-технологічної схеми, що дало змогу отримати їх залежність від такту і структури процесу.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена методика, алгоритми і програми оперативного планування доставки тарно-поштучних швидкопсувних вантажів. Запропоновано параметричний ряд транспортно- технологічних схем перевезення швидкопсувних вантажів. Запропоновано методику оцінювання логістичних витрат у транспортно-технологічних схе­мах доставки продукції на визначеній географічній території.

Результати оптимізації транспортно-технологічних схем впроваджено на підприємствах ПАТ „Концерн Хлібпром”, ТзОВ „ЗУБРА”, ПП „Укрриба” - у вигляді збутової мережі постачання власної продукції. Впровадження підтведжені відповідними актами, які додані до дисертаційної роботи (дода­ток Л).

Методика проектування оптимальних транспортно-технологічних схем використовується при виконанні курсових і дипломних проектів сту­дентів навчально-консультаційного центру Національного транспортного університету у м. Львові.

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, розробки та виснов­ки, наведені у дисертації, є результатом самостійних досліджень автора. Всі теоретичні, методологічні і концептуальні розроблення, наведені у підрозділі „Наукова новизна”, отримані самостійно. В роботах за темою дисертації, вико­наних у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в такому:

1. в роботі [13] автор розробив алгоритм і виконав розрахунки залежностей необіхдної кількості автомобілів від такту;
2. в роботі [14] автор виконав огляд літературних джерел та узагальнив їх аналіз;
3. в роботі [[71]](#bookmark34) автору належить розроблення теоретичних мікромоделей матеріальних потоків елементпрних логістичних операцій, а також приклади роз­рахунків;
4. в роботі [[72]](#bookmark35) автор виконав розрахунки за побудованими узагальненими моделями транспортно-технологічних схем на маятникових маршрутах, а та­кож розроблені рекомендації щодо впровадження отриманих результатів;
5. в роботі [[73]](#bookmark36) автор розробив головну структурну модель процесу переве­зення замороженого і ожолодженого м’яса, виконав декомпозіцію її на часткові моделі;
6. в роботі [74] автору належить розроблення блок-схеми алгоритму іміта­ційного моделювання, а також розроблення програмного забезпечення до нього;
7. в роботі [75] автор виконав моделювання логістичних витрат залежно від параметрів транспортно-технологічної схеми;
8. в роботі [97] автор взяв участь у проведенні експериментальних дослі- дженнь.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові результати дослі­джень за темою дисертаційної роботи доповідались, були обговорені й за ними було прийнято схвальну оцінку. Ці доповіді анотовані на таких наукових фору­мах:

VI Міжнародна науково-практична конференція „Маркетинг та логістика в системі менеджменту” (Львів: НУ ,„Львівська політехніка”, 2006);

63-67 науково-практичні конференції науково-педагогічних працівників, ас­пірантів, студентів та структурних підрозділів університету (Київ, НТУ, 2007­2011).

9-а Міжнародна науково-практична конференція "Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного се­редовища" (Київ, Національний Авіаційний університет, 2011). Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 7 фахових на­укових статтях, у тому числі - двох одноосібних та одному міжнарод­ному виданні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційний роботі проведено теоретичне узагальнення і дано но­ве вирішення наукових задач, що складаються з аналізу та систематизації властивостей предметно-технологічного базису, розроблення структурних моделей, методики та алгоритму їх упорядкування, обґрунтування оптима­льних транспортно-технологічних схем доставки швидкопсувних вантажів залежно від обсягів їх виробництва.

1. Аналіз показників ефективності транспортно-технологічних схем доставки вантажів показав, що вони є відображенням властивостей пред­метно-технологічного базису в досить широкому діапазоні. Встановлено зв’язок між процесами виробництва, складування, транспортування й спо­живання продукції завдяки параметрам будь-яких двох елементарних логістичних операцій в транспортно-технологічній схемі, які були пов’язані аналітичними детермінованими залежностями.
2. В результаті структурного моделювання транспортно-технологічних схем отримана залежність мінімальної гарантованої тривалості доставки швидкопсувних вантажів від такту початкової логістичної операції, яка є кусково-неперервною. На прикладі конкретних транспортно-технологічних схем доставки швидкопсувних вантажів показано, що для найвищої ефек­тивності потрібно вибирати таку кількість автотранспортних засобів заданої вантажомісткості, яка відповідає значенням інтервалів вхідного такту (виро­бничої програми), що є критичними. У цьому випадку можна досягнути зниження гарантованої тривалості доставки до 2,8 рази - для молочної про­дукції, до 7,5 раз - для хлібобулочних, та до 4,5 рази - для м’ясних виробів, залежно від застосованих засобів і загального обсягу збуту при сталій транспортно-технологічній схемі.
3. В роботі отримано імітаційні моделі транспортно-технологічних схем, ключовими елементами яких є розподільчі елементарні логістичні операції. Використовуючи ці моделі, побудовано залежність питомих логіс- тичних витрат на одиницю доставленої продукції від інтенсивності матеріа­льних потоків, яка не є не монотонно спадною, має розриви і критичні зна­чення інтенсивності матеріалопотоку, при яких досягаються мінімальні ло- гістичні витрати для заданої транспортно-технологічної схеми. Для однієї і тієї ж транспортно-технологічної схеми зростання інтенсивності матеріало- потоку приводить до зменшення питомих логістичних витрат незначно - до 1%, проте за межами критичних значень аргументів залежність може стриб­коподібно зростати до 3,5%. Максимальна різниця питомих логістичних ви­трат для різних транспортно-технологічних схем в межах допустимого діа­пазону виробничої програми досягає 7,2%.
4. На основі імітаційного моделювання з’ясовано, що в межах певних діапазонів значень програми підприємства існує лише одна оптимальна тра­нспортно-технологічна схема, для якої транспортні витрати від псування, а також сукупні логістичні витрати є найменшими. Оптимальні за логістич- ними витратами транспортно-технологічними схемами можна з достатнім ступенем наближення вважати також оптимальними і за гарантованою три­валістю доставки швидкопсувних вантажів.
5. Встановлено, що найбільш придатною щодо забезпечення якості продукції - з одного боку, та широкого інтервалу інтенсивностей споживан­ня - з іншого, є транспортно-технологічна схема, що включає логістичний центр. При цьому схема характеризується майже постійною якістю доставки (гарантована тривалість не перевищує 7,5 год.), і може успішно використо­вуватись на інтервалі інтенсивності попиту від 10 до 2500 пакетів/год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. с. 194432 СССР, МКИ G06f. Электронная модель сетевого графика для определения критического пути / В. В. Васильев, А. И. Кузьмичев, А. Г. Тимошенко (СССР). - №1055721/26-24 ; заявл. 07.02.66; опубл. 1967, Бюл. № 8.
2. Артамонова Ю. В. Підвищення ефективності доставки швидкопсувних вантажів автомобілями шляхом мінімізації часу руху від постачальника до споживача / Ю. В. Артамонова, О. Г. Гармаш, Г. В. Хрипуненко // Наук. вісн. ХДМІ. - 2011. - № 1. - С. 110-118.
3. Афанасьев В. Н. Математическая теория конструирования систем управле­ния / В. Н. Афанаьев, В. Б. Колмановский, В. Р. Носов. - М. : Высшая шко­ла, 2003. - 432 с.
4. Бабушкин А. И. Построение календарного плана для многомаршрутной за­дачи трех станков / А. И. Бабушкин, А. Л. Башта, И. С. Белов // Автоматика и телемеханика. - 1976. - № 7. - С. 154-158.
5. Бабушкін Г.Ф. Оперативно-календарне планування доставки дрібно- партіонних вантажів в умовах металургійного виробництва / Г.Ф. Ба­бушкін, О.Ф. Кузькін // Вісник центрального наукового центру транспорт­ної академії України. - К., 2000. - №3. - С. 48-50.
6. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика : интегрированная цепь поста­вок. □ / Д. Дж. Бауэрсокс. М. : ЗАО “Олимп □-Бизнес”, 2008. - 640 с.
7. Бєляєвський Л. С. Принципи оптимізації структур термінальних автован- тажних систем / Л. С. Бєляєвський, А. А.Сердюк // Вісник Північного нау­кового центру ТАУ. - 2004. - Вип.7. - С. 22.
8. Бродецкий Г. Л. Моделирование логистических систем. Оптимальные ре­шения в условиях риска / Г. Л. Бродецкий. - М. : Вершина, 2006. - 376 с.
9. Васильева Е. М. Нелинейные транспортные задачи на сетях / Е. М. Васильева, Б. Ю. Левит, В. Н. Лившиц - М. : Финансы и статистика, 1981. - 138 с.
10. Васильев В. В. Развитие теории математического моделирования задач

оперативного оптимального планирования на базе создания квазианалого- вых математических моделей / В. В. Васильев, Г. Е. Пухов, А. Н. Клепико­ва, А. И. Кузьмичев // - М. : ГКНТ СССР, 1965. - С. 8.

1. Васильєв В. В. Табличний аналог електронних моделей завдань потокової оптимізації / В. В. Васильєв, О. Г. Додонов, А. І. Кузьмичов // Електроніка та системи управління. - 2008. - №4(18). - С.115-121.
2. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров - М. : Высшая школа, 2000. - 383 с.
3. Вільковський Є. К. Методика визначення необхідної кількості автотранспорт­них засобів на маятникових маршрутах / Є. К. Вільковський, М. С. Оліскевич,

В. М. Дорош // Вісник НТУ. - 2006. - №13. - Ч.2. - С. 68-72.

1. Вільковський Є. К. Тенденції впровадження інтермодальних перевезень / Є. К. Вільковський, Р. В. Зінько, О. М. Маковейчук, В. М. Дорош // Проек­тування, виробництво, експлуатація автотранспортних засобів та авто­поїздів. - Львів. : НКЦ НТУ, № 19, - 2011. - С. 25-30.