

# Військово-технічні проблеми

УДК 656(078.8) 004.8

О.С. Андрощук<sup>1</sup>, В.М. Меленчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, Хмельницький

<sup>2</sup> Військова академія, Одеса

## ЛОГІСТИЧНІ МОДЕЛІ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН

*Представлено логістичні моделі автотехнічного забезпечення військових частин щодо прогнозу розвитку, планування роботи та експлуатації рухомого складу. Виділено три групи моделей: детерменістсько-оптимальні, ймовірнісні та знання-орієнтовані. Застосування знання-орієнтованих моделей надає можливість: використання як кількісних так і якісних показників: з урахуванням неточної, приблизної інформації; використання знань фахівців, які подаються у вигляді нечітких правил. Запропонований підхід вимагає розробки методологічного забезпечення, щодо управління проектами та програмами з побудови логістичних систем військового автотранспорту.*

**Ключові слова:** модель, автотехнічне забезпечення, управління проектами.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Трансформація ринкових відносин в Україні торкнулася практично всіх суб'єктів господарювання, в тому числі і силових структур Міністерства оборони та інших військових організацій. Оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності здійснюється Збройними Силами України – (ЗСУ) [1].

Основним завданням існування даних структур в умовах, що склалися, коли ринок ще не сформувався, а планова економіка зруйнована, є створення та реалізація механізму забезпечення життєдіяльності військових частин і підрозділів.

Ключовим елементом цього механізму є матеріально-технічне забезпечення. Воно включає комплекс заходів для накопичення встановлених норм запасів матеріальних засобів і своєчасного забезпечення ними військових частин і підрозділів, зберігання та підтримання цих засобів у стані який забезпечує своєчасне приведення в готовність до бойового застосування, а також модернізація зразків озброєння і військової техніки та своєчасне їх оновлення, поповнення запасів матеріальних засобів замість пошкоджених, використаних або знищених в ході виконання службових (бойових) завдань. Також в нього входить підготовка, експлуатація і ремонт шляхів сполучення і фінансове забезпечення частин і підрозділів.

Одним з вагомих завдань забезпечення їх діяльності є перевезення військового майна, особового складу, озброєння та техніки, евакуація пошкодженого озброєння та техніки. [2]. Для ефективного вирішення визначених питань необхідно застосовувати сучасні інформаційні технології (ІТ) на транспорті. У той же час відмічається їх недостатній роз-

виток саме у автотехнічному забезпеченні військових частин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** свідчить, для ефективного вирішення визначених питань необхідно застосовувати сучасні методи моделювання, у першу чергу логістики [3].

Проблемам планування вантажних автомобільних перевезень з використанням оптимізаційних методів в теорії транспортних процесів присвячена велика кількість публікацій. Проведено наукові дослідження в галузі планування транспортного процесу з використанням оптимізаційних задач на основі принципів логістики [4] Описані методи організації руху автомобілів, технологія перевезень основних видів вантажів, документація, що оформляється при плануванні, організації і здійсненні процесу перевезення [5].

Проблемі моделювання поведінки складних динамічних транспортних систем присвячено багато наукових праць. Серед вітчизняних науковців цієї проблемою продуктивно займалися Слободян А.В., Шибаєв О.Г., Лямзін А.О., Сударев В.О., Нефьодова Я.І., Постан М.Я. та інші. Більшість запропонованих моделей в цих роботах присвячено оптимізації роботи транспортних систем [6], взаємодії видів транспорту в них, проблемі непродуктивних простоїв транспортних та вантажних пристроїв. Оптимізації роботи складів присвячені роботи таких науковців: Смахов А.А., Нечаєва Г.І., Курганов В.М. та інші. Але більшість розробок базується або на моделях управління запасами, які визначають оптимальний розмір замовлення чи точку замовлення, або на моделях прогнозування руху матеріалів на складах, або автоматизації вантажних робіт на складі. При здійсненні автотехнічного забезпечення військових частин постає комплексна задача управління системою в

цілому з урахуванням взаємодії не тільки окремих транспортних та вантажних пристроїв, але й підсистем різного функціонального призначення. Отже необхідне дослідження системи на різних рівнях функціонування та управління з визначенням параметрів системи і підсистем у взаємодії і вибором апарату моделювання, що відповідає поставленим цілям та висвітлює процеси в реальному часі.

Об'єктами застосування таких досліджень і методів послужили цивільні організації, які надають автотранспортні послуги з доставки вантажів. Перевезення військових вантажів автомобілями цивільних транспортних організацій – один з напрямків в організації військових перевезень служби військових сполучень. Перевезення цивільним автомобільним транспортом в службі військових сполучень здійснюються з урахуванням економічної доцільності, в порівнянні з перевезеннями іншими видами транспорту, а також за відсутності можливості відправки військових вантажів залізничним транспортом і автотранспортом ЗСУ. На сьогодні автоматизація такого порядку в службі військових сполучень є актуальною.

В даний час розроблені автоматизовані системи управління (АСУ) плануванням вантажних перевезень, в тому числі і автомобільним транспортом, наприклад CRM-система управління вантажоперевезеннями «БізнесПро» [7].

Аналіз розроблених автоматизованих систем показує, що вони не враховують специфіку автотехнічного забезпечення військових частин. Таким чином, є необхідність розробки програмного забезпечення планування військових перевезень автомобільним транспортом у складі АСУ матеріально-технічного забезпечення ЗСУ.

Вибір тої чи іншої технології є для вирішення окремого завдання складною комбінаторною задачею. Враховуючи те, що ІТ необхідно вибрати, впровадити та супроводжувати тощо, вважається за доцільне застосовувати для цього теорію та практику управління проектами та програмами [8].

**Мета статті** – запропонувати підходи щодо моделювання автотехнічного забезпечення військових частин із врахуванням особливостей діяльності, у тому числі бойової, стосовно ЗСУ та інших військових формувань на підставі логістичних підходів.

## Виклад основного матеріалу

З точки зору кібернетичного підходу автотехнічні підрозділи військових частин (АТПВЧ) являють собою чорну скриньку, на вході якої ресурси, а на виході транспортні послуги.

Передатна функція АТПВЧ, тобто співвідношення вхідних та вихідних параметрів, у кінцевому рахунку і визначає їх ефективність.

Вихідні параметри – кількість перевезеного особового складу, техніки, озброєння, боєприпасів, продовольства, військового майна тощо (далі військових вантажів) у значній мірі детерміновані зовні-

шнім та внутрішнім середовищем. Таки показники, як ціна перевезення (палива, запчастин), попит на перевезення, впливають дуже в обмеженому ступені. У більшій мірі ефективність АТПВЧ залежить від використання ресурсів, зниження витрат. Останнє є метою впровадження концепції логістики в управління АТПВЧ та вимагає розробки відповідного методичного забезпечення.

Сутність реалізації логістичної концепції полягає у розробці та впровадженні логістичних систем управління матеріальними і відповідними інформаційними потоками, які засновані на логістичних принципах і методах.

Ускладнення економічних, політичних й інших суспільних процесів суттєво підвищило значення математичного моделювання в процесі дослідження й проектування різних систем. Сучасні методи формалізації завдань дозволяють будувати так звані універсальні моделі, здатні налаштовуватися на будь-який об'єкт із заданого класу. Цей підхід використовує універсальну програму, складену заздалегідь для деякої стандартної форми складної системи, що охоплює широкий клас реальних об'єктів.

Висока ефективність використання методів і моделей в логістиці АТПВЧ досяжна, якщо буде забезпечено виконання низки умов, серед яких:

системний підхід до рішення проблем, що розглядаються;

наукова обґрунтованість самих методів та моделей;

адекватність моделі реальній системі, об'єктивний облік взаємозв'язку підсистем;

гнучка багатоваріантність, тобто узгодженість матеріальних, транспортних, інформаційних та інших потоків;

формування і оптимізація моделі реальної системи у взаємозв'язку забезпечення, виробництва та розподілу військових вантажів;

неперервність процесу впровадження моделі.

При моделюванні розвитку АТПВЧ, як його стану так і функціонування, намілилось три підходи: детерміністсько-оптимальний, ймовірнісний та знання-орієнтований.

Детерміністсько-оптимальний підхід до прийняття рішень у більшості випадків забезпечує значний економічний ефект. При оптимальному плануванні отримують не просто прийнятні та допустимі варіанти планів, а найкращі відносно прийнятого способу їх оцінки. При цьому широко використовуються економічні та математичні моделі, які дозволяють вибирати показники плану, що варіюють з умов екстремуму прийнятої міри його ефективності (максимізації обсягів перевезених військових вантажів, мінімізації витрат та часу тощо). Це такі моделі як, транспортна, комівояжера тощо.

Позитивним є те, що дані моделі дозволяють розробляти рішення щодо розвитку АТПВЧ з врахуванням як стану системи, так і її функціонування.

Оптимізація одночасно функціонування і стану системи – головна умова для досягнення найвищої ефективності. У той же час вирішити задачу розвитку АТПВЧ за допомогою однієї моделі неможливо. Необхідно розбити цю задачу на низку локальних, що входять в загальну систему задач логістики військового транспорту.

До недоліків детерменістсько-оптимального підходу щодо прийняття рішень відносяться наступні:

практичне відмовлення від рішення тих проблем, які не можуть бути формалізовані математично;

відмова від аналізу та вдосконалення організаційних структур;

пасивна участь розробників інформаційних систем у їх реалізації тощо.

До моделювання розвитку АТПВЧ в умовах невизначеності та наявності значної кількості статистичних даних найбільш прийнятним є ймовірнісний підхід.

У якості основних характеристик ймовірнісного підходу до моделювання задач АТПВЧ слід відмітити:

включення всіх переваг детерменістсько-оптимального підходу;

врахування великої частки невизначеності під час складання планів

Автотехнічне забезпечення військових частин є складною динамічною системою, з декількома вхідними потоками, з різними підсистемами обслуговування. Такі системи достатньо добре описуються апаратом теорії систем масового обслуговування (СМО). Основним завданням теорії СМО є вивчення режиму функціонування обслуговуючої системи й дослідження явищ, що виникають у процесі обслуговування. У теорії СМО виникають завдання оптимізації: яким чином досягти певного рівня обслуговування (максимального скорочення черги або втрат вимог) при мінімальних витратах, пов'язаних із простоем обслуговуючих пристроїв.

Універсальним методом дослідження СМО є імітаційне моделювання. Імітаційне моделювання являє собою чисельний метод проведення на ЕОМ обчислювальних експериментів з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів, процесів і систем у часі протягом заданого періоду [9]. При цьому функціонування складних динамічних систем розбивається на елементарні явища, підсистеми й модулі.

Функціонування цих елементарних явищ, підсистем і модулів описується набором алгоритмів, які імітують елементарні явища зі збереженням їх логічної структури й послідовності протікання в часі. Існує досить багато різних технологій, прийомів і методів імітаційного моделювання.

В імітаційному моделюванні існує кілька парадигм – постановок проблем і підходів до їхнього розв'язку, використовуваних у якості “каркаса” при побудові й аналізі моделей. Можна виділити чотири

досить різні системи поглядів: динамічні системи, системна динаміка, дискретно-подійне моделювання, тощо [9]. Ці парадигми різняться не стільки областями застосування, скільки концепціями й поглядами на проблему та підходами до розв'язку проблеми.

Дуже часто прихильники однієї парадигми вважають, що “правильні” постановка й вирішення проблем імітаційного моделювання можливі тільки в рамках концепцій і методик саме цієї парадигми.

Наприклад, апологети моделювання й аналізу динамічних систем вважають, що інші підходи “не зовсім” наукові, або вони є частковим випадком представлення й аналізу систем у вигляді систем алгебро-диференціальних рівнянь. У дійсності, кожна з парадигм має право на життя, їх використання визначається тільки метою моделювання й пов'язаним із цією метою обраним рівнем абстракції при вирішенні проблем.

Дискретно-подійне моделювання – підхід до моделювання, що пропонує абстрагуватися від безперервної природи подій і розглядати тільки основні події моделюючої системи, такі як: «очікування», «обробка замовлення», «рух з вантажем», «розвантаження» тощо. Дискретно-подійне моделювання найбільш розвинене й має величезну сферу додатків – від логістики й систем масового обслуговування до транспортних і бойових систем. Цей вид моделювання найбільше підходить для моделювання бойових процесів.

Системна динаміка – парадигма моделювання, де для досліджуваної системи будуються графічні діаграми причинних зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі, а потім створена на основі цих діаграм модель імітується на комп'ютері.

По суті, такий вид моделювання більш усіх інших парадигм допомагає зрозуміти суть явищ, що відбуваються, причинно-наслідкових зв'язків між об'єктами і явищами. За допомогою системної динаміки будують моделі операції, розвитку міста, моделі бою, динаміки популяції, екології й розвитку епідемії.

Для створення імітаційних моделей особливу роль має створення відповідної інформаційної забезпеченості. Основною формою надання інформації для побудови моделі виступає база даних. База даних – спільно використовуваний набір логічно зв'язаних даних (і опис цих даних), призначений для задоволення інформаційних потреб.

Технічно є два способи організації бази даних для імітаційної моделі. Можна використовувати інтерфейс JDBC, який заснований на специфікаціях SAG CLI (SQL Access Group Call Level Interface, інтерфейс рівня виклику групи доступу SQL). Другий спосіб організації взаємодії моделей і баз даних – використання вбудованого в Anylogic Engine класу.

До недоліків ймовірнісного підходу слід віднести наступні:

складність застосування у випадку недостатньої кількості статистичних даних;

наявності значної кількості якісних показників, які описують задачі;

неможливість врахувати знання та досвід фахівців з автотехнічного забезпечення військових частин.

У даному випадку, для подолання вище вказаних недоліків, краще застосовувати знання-орієнтований підхід.

У якості основних характеристик знання-орієнтованого підходу до моделювання задач АТПВЧ слід віднести:

побудова людинно-машинних систем підтримки прийняття рішень, які дозволяють більш повно та ефективно використовувати у процесі діяльності досвід та інтуїцію фахівців;

врахування невизначеності знань щодо майбутнього, які обумовлюють вибір найбільш адаптивних варіантів рішень;

розгляд організаційних проблем тощо.

Необхідність застосування знання-орієнтованого підходу до рішення задач логістики транспорту зумовлена характерними особливостями задач розвитку АТПВЧ. До яких відносяться:

значна невизначеність як майбутніх ситуацій, у яких можливо опиниться об'єкт у ході своєї еволюції, так і кінцевих результатів рішень, що приймаються;

неповнота та суттєво низка достовірність вихідної інформації, яка зазвичай носить досить збільшений агрегований характер;

труднощі методологічного та обчислювального характеру (облік принципово неформалізуємих елементів), які не дозволяють досягнути повної адекватності моделей реальним процесам розвитку АТПВЧ.

Однією з перспективних сфер сучасних високих технологій є нечітке моделювання, що зумовлено тенденцією збільшення складності математичних і формальних моделей реальних систем та процесів управління, пов'язаних із бажанням підвищити їх адекватність і врахувати множину різних чинників, які впливають на процеси прийняття рішень [10].

Перспективним напрямком щодо прогнозу стану автомобільної техніки є застосування штучних нейронних мереж.

Новий недавно виниклий напрямок в знання-орієнтованому моделюванні – так зване агентне (мультіагентне) моделювання, має свої особливості. Агентна модель представляє реальне середовище у вигляді багатьох окремо специфікованих активних підсистем, які називають агентами. Кожний з агентів взаємодіє з іншими агентами, які утворюють для нього зовнішнє середовище, і в процесі функціонування може змінитися як зовнішнє середовище, так і власна поведінка агента. Звичайно в таких системах не існує глобального централізованого керування, агенти функціонують за своїми законами асинхронно. Існує безліч визначень поняття агента.

Загальним у всіх цих визначеннях є те, що агент – це деяка сутність, яка має активність, автономну

поведінку, може ухвалювати рішення відповідно до деякого набору правил, може взаємодіяти з оточенням і іншими агентами, а також може змінюватися (еволюціонувати).

У моделі взаємодії підсистем автотехнічного забезпечення військових частин бере участь велика кількість елементів. Це й кількість вантажних площадок, їх спеціалізація, тип транспортних засобів, вантажопідйомність, вантажопотоки прибуття різних вантажів, спосіб перевантаження, кількість складів, їх призначення, площа, кількість вантажних пристроїв для обслуговування складу, ємність складів, кількість функціональних підрозділів, що виконують інші логістичні операції (оформлення, доопрацювання вантажів, процедури, зворотне завантаження транспортних засобів тощо). Для створення моделі необхідно чітко описати кожний з цих елементів. А щоб дізнатися, як буде система себе вести, необхідно дослідити зв'язок між елементами та їх взаємодію.

Розробка та впровадження знання-орієнтованого підходу може забезпечити реалізацію основних умов ефективного використання методів та моделей в логістиці військового транспорту, а також методологічних принципів аналізу і синтезу логістичних систем, таких як системність, надійність, адаптивність, стійкість.

Отже, оцінка рівня методичного забезпечення і підходів до моделювання задач логістики військового транспорту дозволяє зробити наступні висновки.

## Висновки

Існуючі методи і моделі рішення локальних задач в основному не забезпечували головну умову їх ефективного застосування, яка проявляється у взаємодії задач забезпечення, виробництва та надання військових транспортних послуг.

Частина методів і моделей рішення задач логістики військового транспорту не дають можливості дотримуватись принципів логістики: системності і надійності логістичних систем.

Найбільш прийнятним підходом до рішення задач логістики військового автотранспорту є знання-орієнтований підхід та його поєднання з детерміністсько-оптимальним та ймовірнісним підходами.

На відміну від існуючих моделей на базі знання-орієнтованого підходу надають можливість: використання якісних показників; урахування неточної інформації про значення ознак; використання знань фахівців з автотехнічного забезпечення – експертів, які подаються у вигляді нечітких правил виводу; отримання більш якісної оцінки об'єкта, що досліджується під час організації автотехнічного забезпечення військових частин.

Запропонований підхід вимагає розробки методичних підходів щодо управління проектами та програмами з побудови логістичних систем військового автотранспорту, що є перспективою подальших досліджень у цьому напрямку.

## Список літератури

1. Закон України Про Збройні Сили України N 1935-ХІІ (1935-12) від 06.12.91, ВВР, 1992 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1934-12>.
2. Організація автотехнічного забезпечення військ: посібн. / О.І. Ландарь, О.Я. Терещенко, О.Ф. Дорошенко. та ін. – К.: Видавництво НАОУ, 2004. – 224 с.
3. Лубенцова В.С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособ. / В.С. Лубенцова; под ред. В.П. Радченко. – Самара. Самарский гос. техн. ун-т, 2008. – 157 с.
4. Беленький А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования / А.С. Беленький. – М.: Мир, 1992. – 582 с.
5. Бережной В.И. Методы и модели логистического подхода к управлению автотранспортным предприятием / В.И. Бережной. – М.: Интеллект-сервис, 1996. – 338 с.
6. Постан М.Я. Економіко-математичні моделі змі-

шаних перевезень: моногр. / М.Я. Постан. – Одеса: Астропринт, 2006. – 376 с.

7. Описание программы управления транспортными перевозками // Сайт компании «Бизнес Про». [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.businesspro.ru/system/cargo.php> (дата обращения 26.01.2014).
8. Локк Д. Основы управления проектами / Д. Локк; пер. с англ. – М.: НИРО, 2004. – 253 с.
9. Лоу А.М. Имитационное моделирование. 3-е издание / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон // СПб.: Питер. – К.: ВНУ, 2004. – 847 с.
10. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 288 с.

Надійшла до редколегії 3.09.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. М.І. Лисий, Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Хмельницький.

## ЛОГИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АВТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОИНСКИХ ЧАСТЕЙ

А.С. Андрощук, В.Н. Меленчук

Представлены логистические модели автотехнического обеспечения воинских частей по прогнозу развития, планирования работы и эксплуатации. Выделены три группы моделей: детермениско оптимальные, вероятностные и знание-ориентированные. Применение знание-ориентированных моделей позволяет осуществлять: использование как количественных так и качественных показателей; вести учет неточной, приблизительной информации; использовать знания специалистов, которые представляются в виде нечетких правил. Предложенный подход требует разработки методологического обеспечения управления проектами и программами по построению логистических систем военного автотранспорта.

**Ключевые слова:** модель, автотехническое обеспечение, управление проектами.

## LOGISTIC MODEL AUTOTECHNICAL SOFTWARE MILITARY PARTS

A.S. Androschuk, V.N. Melenchuk

Logistic models are presented autotechnical provide military units projected development, planning and operation. Three groups of models: determined optimal, probabilistic and knowledge-based. Application of knowledge-based models allows you to: use of both quantitative and qualitative indicators; accounting inaccurate approximate information; the use of expert knowledge, which are represented in the form of fuzzy rules. The proposed approach requires the development of methodological support of project and program management for the construction of logistics systems for military vehicles.

**Keywords:** model, autotechnical software, project management, automated information systems.