

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ДОСТАВКУ МАТЕРІАЛІВ ТА ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ СУДНОРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Терещенкова О.В.

Херсонська державна морська академія

Стаття присвячена проблемі вибору системи доставки вантажу судноремонтним компаніям. В роботі використано математичний апарат для визначення рівня якості при аналізі та виборі постачальника. Робота представляє інтерес для власників підприємств, які співпрацюють з багатьма постачальниками.

Ключові слова: система доставки вантажів, нечіткі множини, методи прогнозування.

Вступ. Традиційно велике значення для України має морський і річковий транспорт. В Україні судноремонтні підприємства, як і весь транспорт, і промисловість в цілому, переживають сьогодні нелегкі часи. Для них головна задача – вижити серед конкурентів та отримати прибуток.

Прибуток, як кінцевий фінансовий результат, на всіх етапах розвитку економіки завжди мав величезне значення для ефективної роботи підприємств і організацій. В умовах ринкових відносин значення прибутку для господарюючих суб'єктів істотно зростає, так як від цього залежить подальше підвищення ефективності їх діяльності, конкурентоспроможність та кредитоспроможність. Оптимізація ремонтів суден за економічними критеріями стає все більш необхідною, як для замовника так і для судноремонтного підприємства. Для українського судноремонту ця задача стає дуже актуальною, через зміни економічних обставин.

Основна частина. Аналіз роботи судноремонтних підприємств дозволив виявити особливості постановки задачі вибору системи доставки вантажів (ВСДВ) і існуючі вимоги до методів і моделей рішення задач подібного класу [1]. Для якісного та своєчасного ремонту суден необхідна постійна та своєчасна доставка різних матеріалів та запасних частин. При цьому важливе значення мають інші різноманітні вимоги: доставка в зазначений термін, мінімізація транспортних витрат, забезпечення схоронності перевезеного і збереженого вантажу, надання супутніх послуг і т.д.[2].

Вимоги в більшості випадків вступають у протиріччя один з одним у більшому чи меншому ступені. Так, вимога своєчасної доставки вантажів обумовлює залучення додаткових зусиль по організації й оперативному керуванні перевізним процесом і, отже, приводить до додаткових витрат, що суперечить меті мінімізації витрат на транспортування.

Модель рішення таких задач повинна надавати можливість знаходити компромісне рішення в тих випадках, коли вимоги в тій чи іншій мірі суперечать одна одній.

Значний досвід, накопичений за останні роки розробниками систем доставки вантажів при обстеженні, постановці й алгоритмізації задач ВСДВ, показує, що ці задачі характеризуються великою кількістю обмежень, обумовлених особливостями технології організації доставки конкретних видів вантажу (умови збереження, щільність і розміри вантажу і т.д.) і умовами перевезення на території певної країни, регіону, міста (швидкісний режим, осьове навантаження, кліматичні умови, екологічні обмеження і т.д.). Нерідко обмеження задачі, як і мети, визначаються з допомогою якісних понять процесу доставки вантажів, тобто понять, що не мають безпосередніх кількісних одиниць. Ці поняття трактуються неоднозначно не тільки для замовлень різних видів матеріалів, але і для того самого матеріалу в різних ситуаціях. Без використання математичного апарату, що дозволяє формулювати якісні поняття, складно досягти відповідних цілей та обмежень. Це значно знижує практичну цінність рішення задач ВСДВ, тому що не

дозволяє формалізувати якісні поняття процесу доставки вантажів для забезпечення повного обліку всіх наявних обмежень та цілей. Математичний апарат повинен надавати можливість моделювати не тільки ті обмеження, дотримання яких жорстко й однозначно описується в термінах «виконане – не виконане», але і ті, для яких необхідно враховувати ступінь їхнього виконання.

Однією з особливостей задачі ВСДВ є її багатоваріантність. В даний час зростає кількість постачальників необхідних матеріалів. Це збільшує число можливих варіантів доставки вантажів. Відповідно комп'ютерний алгоритм рішення задачі ВСДВ повинен мати достатню швидкість для обробки великої бази даних.

Методика виміру рівня якості при аналізі і виборі системи доставки або постачальника повинна ґрунтуватися на багатьох параметрах. Інструментом вираження нечітко визначених очікувань є математичний апарат, заснований на теорії нечітких множин.

Розглянемо приклад застосування даного апарату для формалізації нечіткого очікування: для планового завершення ремонту «бажано, щоб матеріал був доставлений о 10-ій годині».

Нехай X – множина альтернатив – варіантів доставки, тобто сукупність усіляких виборів особою, що приймає рішення. Нечіткою множиною C в X називається сукупність пар виду $(x, \mu_c(x))$, де $x \in X$, а $\mu_c(x)$ – рівень досягненні варіантом x заданої нечіткої мети: «бажано, щоб матеріал був доставлений о 10-ій годині».

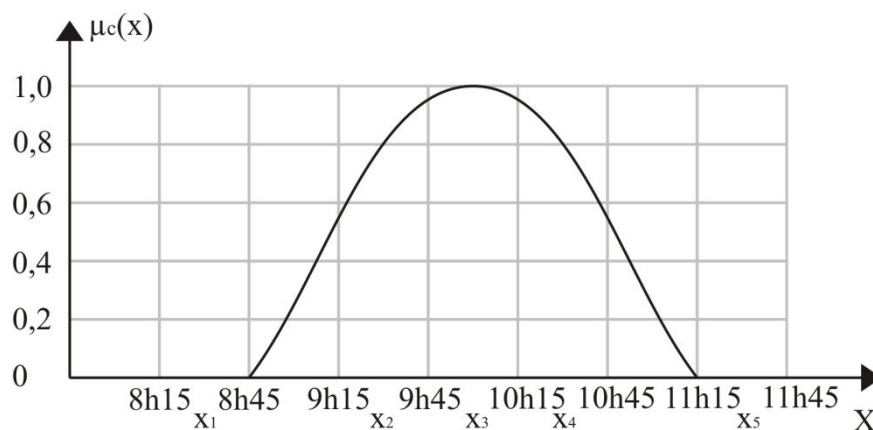


Рисунок 1 – Функція належності $\mu_c(x)$ по параметру *термін доставки матеріалів*
 $X \mu_c$ – функція $x \rightarrow [0;1]$, називається функцією належності нечіткій множині C . Чим більше значення $\mu_c(x_i)$, тобто, чим більше ступінь належності альтернативи X_i нечіткій множині C , тим більше ступінь досягнення заданої мети при виборі альтернативи X_i як рішення [3, 4]

На рис. 1 приклад функції належності для здійснення нечіткої мети: «бажано, щоб матеріал був доставлений о 10-ій годині». Тут множина X – числова вісь. Кожен варіант x_i відображається відповідно своєю тривалістю доставки матеріалів.

Якщо доставку буде виконано точно о 10-ій годині – варіант x_3 ($x_3 = 10$), то очікування підприємства можливо вважати цілком задоволеним і варіант x_3 вважається оптимальним (по цьому очікуванню). У цьому випадку функція належності приймає максимальне значення $\mu_c(x_3) = 1$.

Варіанти x_2 (9 г 30 хв) та x_4 (10 г 30 хв) не відповідають вимозі підприємства. Однак, через невелике відхилення від вимоги, їх можна приймати як рішення, але з меншим ступенем задоволеності заданої мети. Їхні ступені належності до нечіткої множини C приймають відповідно наступні значення $\mu_c(x_2) = 0,8$ і $\mu_c(x_4) = 0,8$.

Інші два варіанти x_1 (8 г 30 хв) і x_5 (11 г 30 хв) будуть виключені з подальшого розгляду через велике відхилення їхнього часу доставки від необхідного терміну. Функція належності для цих варіантів приймає відповідно мінімальне значення: $\mu_c(x_1) = 0$ і $\mu_c(x_5) = 0$.

Функція належності будується на основі суб'єктивних думок експертів і може мати різні форми. У загальному випадку ця функція нерозривна, має максимум ($\mu_c(x) = 1$) у точці, яка дорівнює оптимальному значенню параметра x , і асимптотично зменшується при видаленні значення параметра x від бажаного. У залежності від ситуації функція належності може мати кілька точок чи деякий інтервал, де $\mu_c(x) = 1$. Якщо на значення параметра накладаються жорсткі обмеження типу «не більше» чи «не менше», то функція належності приймає нульове значення, коли дана умова обмежень не виконується.

Побудова функції належності є основною і найбільш трудомісткою процедурою методів теорії нечітких множин.

Для будь-якого об'єкта (варіанта системи доставки в нашому випадку) існують як реальні (число чи не чисельні) значення параметрів, так і бажані, тобто гіпотетичні характеристики ідеального об'єкту для конкретної мети. У загальному випадку реальні і бажані значення параметрів не збігаються. Мірою їхнього збігу чи їхньої відповідності повинні служити характеристики оцінки якості об'єкту (варіанта доставки). «Якість – це задоволення усіх вимог і очікувань споживача», чи відповідність того, що споживач дійсно одержує від виробника, і тим, що він очікує одержати.

Якщо доставка була виконана, то значення параметра якості можна визначити.

Наприклад, встановлено, що доставка була виконана о 10 г 15 хв ($x_\phi = 10\text{h } 15'$), тоді вимога підприємства «бажано, щоб вантаж був доставлений о 10-ій годині» задовольняється зі ступенем:

$$K_c = \mu_c(x_\phi) = 0,95, \quad (1)$$

де K_c – коефіцієнт відповідності доставки вимогам клієнта; x_ϕ – фактичний час доставки. $K_c = 0,95$ свідчить про високий рівень якості доставки (високий відповідності виконаної послуги очікуванням підприємства).

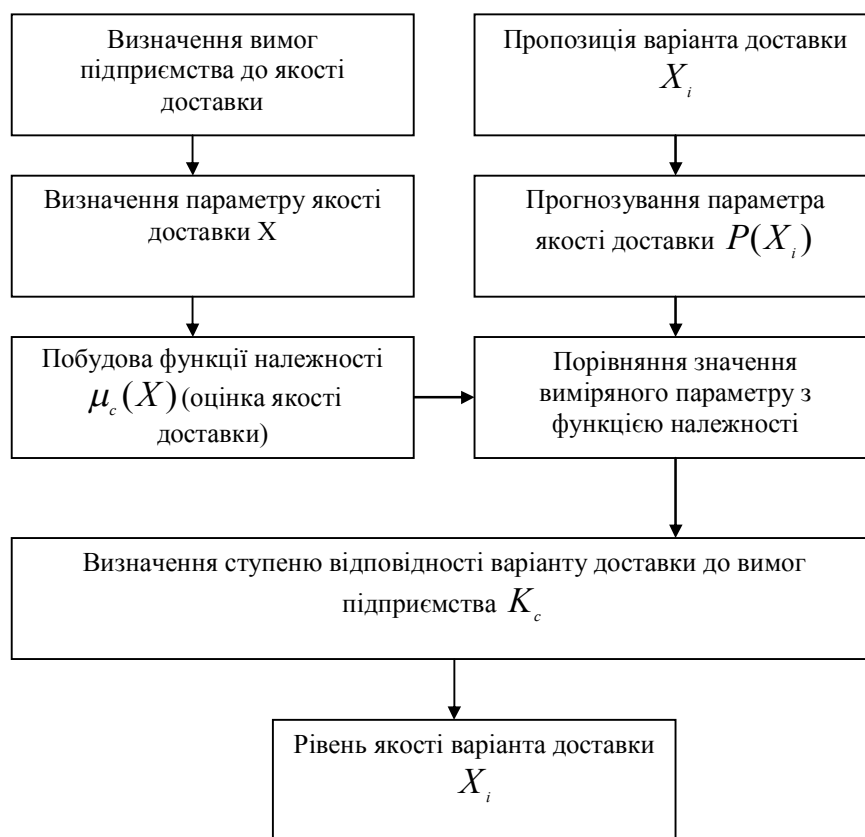


Рисунок 2 – Схема оцінки якості варіанта доставки

Однак, під час аналізу варіантів для вибору, ми ще не знаємо, що, якщо доставка була б здійснена по даному варіанту, то вантаж було б доставлено о 10 годині 10 хвилин. Ми можемо лише прогнозувати цей результат з деякою імовірністю. Тут має місце проблема нечіткості інформації не тільки у визначенні вимог до системи доставки, але й в оцінці пропонувананих варіантів. Невизначеність чи неможливість точного визначення значень параметрів доставки до моменту її здійснення ускладнює рішення задачі вибору варіанта доставки. На рис. 2 представлена схема оцінки рівня якості доставки при рішенні задачі вибору системи доставки вантажів.

В даний час є велика кількість (близько 200) методів прогнозування. Основними з них є: ймовірно-статистичні методи, методи екстраполяції, методи аналогії, експертні методи, комбіновані методи і т.д. Ці методи, їх умови застосування, рівень вірогідності їхніх результатів розглянуті в спеціальній літературі. Результат прогнозування параметра доставки в загальному випадку можна представити у вигляді графіку розподілу, щільності.

На рис. 3 представлено приклад прогнозування часу доставки на одному з розглянутих варіантів. З графіку видно, якщо доставка була б виконана за даним варіантом, то вантаж був би доставлений до місця призначення:

- в інтервалі від 8h45' до 9 h 15' з імовірністю $p_1 = 0,1$;
- в інтервалі від 9 h 15' до 9 h 45' з імовірністю $p_2 = 0,20$;
- в інтервалі від 9 h 45' до 10h 15' з імовірністю $p_3 = 0,30$;
- в інтервалі від 10 h 15' до 10 h 45' з імовірністю $p_4 = 0,25$;
- в інтервалі від 10 h 45' до 11 h 15' з імовірністю $p_5 = 0,1$;
- в інтервалі від 11 h 15' до 11 h 45' з імовірністю $p_6 = 0,05$.

Завжди має місце:

$$\sum p_i = 1, i=1, \dots, n, \quad (2)$$

де n – кількість інтервалів значень прогнозованого параметра ($n = 6$ у цьому прикладі).

Перед нами стає вибір: яке значення прогнозованого параметра x (у цьому випадку x – термін доставки) необхідно вибрати для оцінки якості відповідного варіанту? Для рішення цієї задачі можуть мати місце наступні підходи.

Відразу видно, що вибір таких значень, як $x_{\min} = 8h45'$, $x_{\max} = 11h45'$ чи $x_{\text{ср}} = (x_{\max} + x_{\min})/2 = 10h15'$, для подальшого розрахунку, є неоптимальним. Цей підхід враховує діапазон можливих значень параметра, однак не дозволяє враховувати вид діаграми розподілу щільності параметра.

Не можна також розглядати значення з максимальною імовірністю появи $x_{\text{рmax}} = 10h00'$, або середнє значення (математичне очікування параметра) $x_{\text{мо}} = 10h06'$. Ці значення не зовсім відповідають закону розподілу значень прогнозованого параметру. Можуть існувати різні варіанти доставки з однаковим значенням $x_{\text{рmax}}$ чи $x_{\text{мо}}$, але з різними діапазонами змін $[x_{\min}; x_{\max}]$ чи з різними дисперсіями.

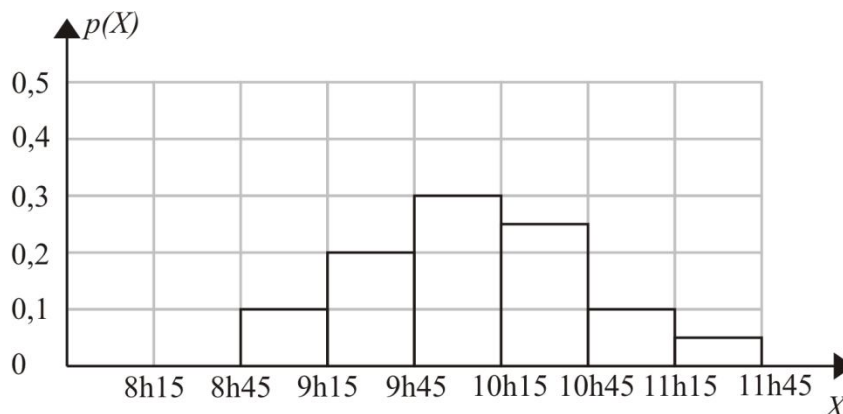


Рисунок 3 – Розподіл щільності по терміну доставки вантажів X

Має сенс поєднати графік функції належності оцінки параметру з діаграмою розподілу його щільності і визначити загальну площу двох графіків (рис. 3). Чим більша загальна площа, тим вища ступінь відповідності прогнозованого параметра його очікуванням. Повна відповідність має місце у випадку збігу обох графіків.

Однак даний підхід має наступний недолік. Він не враховує той факт, що однакові площі на графіку функції належності мають різні значимості. На рис. 4 представлено приклад, який відрізняється від попереднього (рис. 3) тим, що функція розподілу щільності має наступне розходження: $p_{2A} = 0,10$ і $p_{3A} = 0,40$. Тобто при даному варіанті імовірність того, що доставка буде виконана в інтервалі часу від 9h45' до 10h15', істотно вище, ніж у попередньому варіанті ($p_{3A} = 0,40 > p_3 = 0,30$). Як видно з графіка, обидва варіанти мають однакове значення загальної площі функції розподілу щільності і функції належності (рис. 4 виходить з рис. 3 шляхом перенесення частини графіка функції розподілу щільності). Однак другий варіант (рис. 4), безсумнівно, більш кращий для вибору (більш відповідає очікуванням споживача), чим перший варіант (рис. 3).

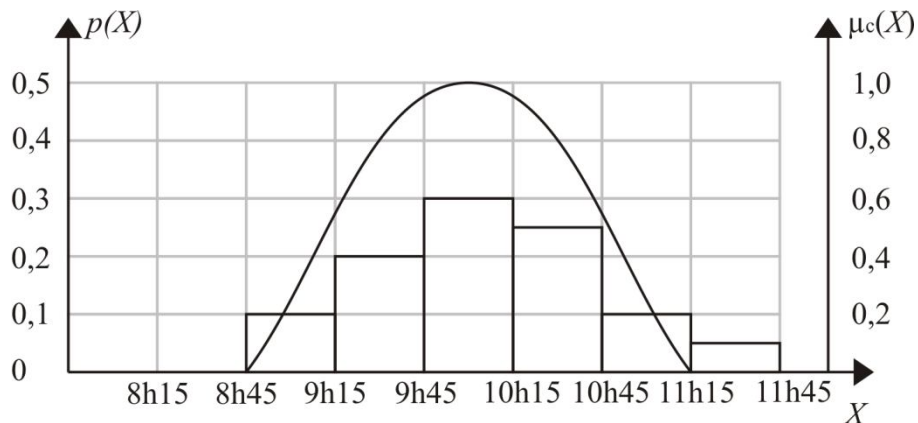


Рисунок 4 – Сполучений графік розподілу щільності $p(X)$ і функції належності $\mu_c(X)$

Отже, запропоновані вище способи оцінки рівня відповідності прогнозованого параметра очікуванням споживача можуть і не дати коректний результат. Вони не цілком враховують як вид функції розподілу щільностей прогнозованого параметра, так і особливості функції належності.

Розрахунок коефіцієнта відповідності варіанта доставки вимогам споживача опишемо формулою, що виключає недолік розглянутих вище підходів:

$$K_c = \int \mu_c(x) p(x) dx. \quad (3)$$

Тут враховується кожне можливе значення розглянутого параметра x , імовірність його появи і відповідне значення функції належності. Для зручності застосування формула (3) може бути перетворена до більш простого вигляду:

$$K_c = \sum_{i=1}^n \mu_c(x_i^{CP}) p(x_i^{CP}), \quad (4)$$

де x_i^{CP} – середнє значення параметра x в інтервалі i ;

i – номер інтервалу, $i=1, \dots, n$;

n – кількість інтервалів значень прогнозованого параметру;

$p(x_i^{CP})$ – ймовірність того, що параметр x приймає значення в інтервалі i ;

$\mu_c(x_i^{CP})$ – значення функції належності $\mu_c(x)$ в точці x_i^{CP} .

На основі формули (4) зробимо порівняння двох розглянутих вище варіантів нашого прикладу.

Перший варіант:

$$K_c^1 = 0,3 * 0,1 + 0,8 * 0,2 + 1,0 * 0,3 + 0,8 * 0,25 + 0,3 * 0,1 + 0 * 0,05 = 0,72.$$

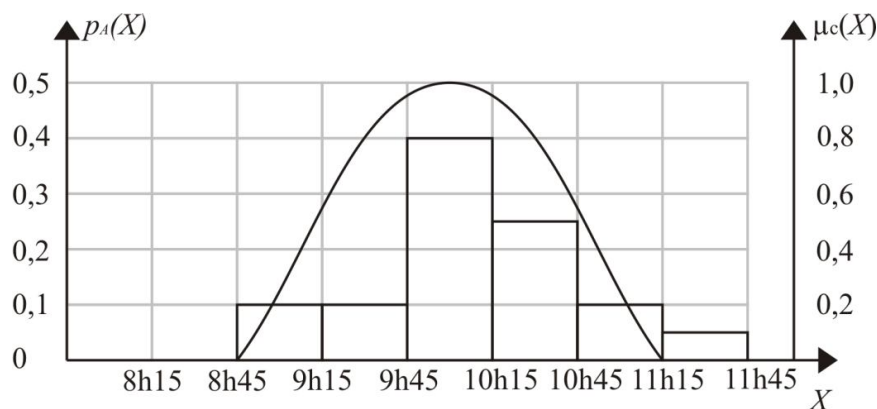


Рисунок 5 – Поєднаний графік розподілу щільності $P_A(X)$ і функції належності $\mu_c(x)$

Другий варіант:

$$K_c^2 = 0,3 * 0,1 + 0,8 * 0,1 + 1,0 * 0,4 + 0,8 * 0,25 + 0,3 * 0,1 + 0 * 0,05 = 0,74.$$

Звідси маємо: $K_c^1 < K_c^2$

Результат розрахунку показує, що другий варіант більш відповідає вимогам підприємства (тобто є більш якісним), ніж перший варіант.

Висновки. Зменшення витрат на доставку матеріалів та запасних частин для судноремонтного підприємства підвищує конкурентоспроможність підприємства. Варіабельність прогнозованих варіантів доставки дає можливість своєчасно зреагувати на виникаючі зміни у ремонтному процесі та своєчасно скорегувати терміни постачання матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Миротина Л. Б. Транспортная логистика / Л. Б. Миротина – М. : Экзамен, 2005. – 512 с.
2. Царев В. В. Оценка экономической эффективности инвестиций / В. В. Царев. – СПб. : Питер, 2004. – 464 с.
3. Вошинин А. П. Задачи анализа с неопределенными данными – интервальность и/или случайность? / А. П. Вошинин // Интервальная математика и распространение ограничений: Рабочие совещания, МКВМ-2004. – С. 147-158.
4. Деревянко П. М. Применение теории нечетких множеств в финансовом и инвестиционном анализе деятельности предприятия в условиях неопределенности // Менеджмент и экономика в творчестве молодых исследователей ИНЖЭКОН-2005: VIII научно-практическая конференция студентов и аспирантов СПбГИЭУ (19-20 апреля 2005 г.) : Тезисы докладов. – СПб. : СПбГИЭУ, 2005. – С. 98-99. – [Электронный ресурс]. – СПб., 2006 – Режим доступа: <http://fuzzylib.narod.ru/>.

Терещенкова О.В. ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ДОСТАВКУ МАТЕРИАЛОВ И ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ СУДНОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Статья посвящена проблеме выбора системы доставки груза судноремонтным компаниям. В работе использован математический аппарат для определения уровня качества при анализе и выборе поставщика. Работа представляет интерес для владельцев предприятий, которые сотрудничают с многими поставщиками.

Ключевые слова: система доставки грузов, нечеткие множества, методы прогнозирования.

Tereshchenkova O.V. BY REDUCING THE COST OF SHIPPING MATERIALS AND SPARE PARTS FOR SHIPYARDS UNDER UNCERTAINTY

The problem of choosing system cargo delivery to ship repair companies considered in the article. The mathematical tools to determine the level of quality in the analysis and vendor selection has been used in this work. This work is of interest to owners of companies.

Keywords: system cargo delivery, are indistinct set, methods of forecasting.