

УДК 658.7

Л. Ю. ГАЛЬЧИНСЬКИЙ, А. А. ДМИТРІЄВА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ
ЛОГІСТИЧНИХ ВИТРАТ МЕРЕЖІ АЗС**

Загострення конкуренція на ринку роздрібної торгівлі нафтовими продуктами спричинює необхідність шукати нові методи підвищення ефективності власної діяльності для учасників конкурентної боротьби. Зниження логістичних витрат, котрі складають значну частку загальних витрат мережі автомобільних заправних станцій, є важливим для кожного з гравців на ринку, а використання апарату математичного моделювання допомагає формалізувати цю задачу та науково обґрунтувати її розв'язок. Дана стаття присвячена розробці та дослідженню алгоритму оптимізації діяльності певних елементів логістичної системи мережа АЗС таким чином, щоб забезпечити зниження витрат мережі на логістику при достатньо високому рівні обслуговування клієнтів.

Ключові слова: мережа АЗС, логістичні витрати, задача розвезення, задача управління запасами, нафтова база.

Мережа автомобільних заправних станцій в Україні нараховує понад 6000 АЗС, серед яких майже половина належить шести найкрупнішим гравцям на ринку. Також в окремих регіонах здійснюють свою діяльність місцеві оператори. [1]

Таким чином, очевидно, що на ринку роздрібної торгівлі моторним паливом існує конкуренція між основними операторами. Учасники ринку, що дотримуються високих стандартів якості у своїй діяльності, використовують у конкурентній боротьбі не лише цінові методи, а й ті, що засновані на підвищенні ефективності власної діяльності. Зокрема, якщо розглядати конкуренцію як процес боротьби за отримання найвищих прибутків, то можна зазначити, що важливу роль тут відіграє зниження змінних витрат мережі.

Як було встановлено в [2], найбільш суттєвими у структурі витрат мережі АЗС є такі:

- витрати на оплату закупленої сировини
- витрати на заробітну платню працівникам АЗС
- витрати, пов'язані із товарними запасами
- витрати, пов'язані з транспортуванням продукції.

В даній роботі виконано дослідження проблему ефективного зниження (тобто такого, що не несе за собою втрат якості продукції або обслуговування клієнтів) логістичних витрат мережі АЗС, зокрема – витрат на зберігання та транспортування товарних запасів.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідженню проблеми зниження витрат мережі АЗС присвячено досить багато робіт зарубіжних фахівців. Зокрема, зменшення транспортних витрат на доставку палива до станцій мережі активно вивчається групою канадських вчених, серед яких можна виділити Фабьєна Корнілье, Жака Рено, Файє Боктора та Жільбера Лапорте. У своїх працях вчені розглядають багатоперіодну задачу поповнення запасів палива на станціях мережі АЗС з урахуванням ряду обмежень, властивих для даної предметної області, а також пропонують евристичні алгоритми для розв'язання поставлених задач. Окрім того, слід зазначити, що задачі управління запасами різного типу – статичні, динамічні,

детерміновані, стохастичні, одно- та багато продуктові – у достатній мірі вивчені у сучасній науці та вивчаються багатьма вітчизняними та зарубіжними дослідниками.

Постановка завдання

Метою роботи є дослідження способів зниження логістичних витрат мережі автомобільних заправних станцій шляхом використання методу економіко-математичного моделювання для розробки та дослідження науково обґрунтованого алгоритму роботи логістичної системи.

Результати та їх обговорення

Розглянемо мережу АЗС, як підприємство, яке здійснює такі види діяльності:

- Закуповує моторне паливо (зокрема, бензини різних марок та дизельне паливо) у переробних підприємств на певних умовах постачання;
- Здійснює розподілення закупленого палива між власними або орендованими нафтовими базами;
- За допомогою судноплавного, автомобільного або залізничного транспорту здійснює доставку закупленого палива від пункту, передбаченого контрактом, до сховищ нафтових продуктів (нафтових баз);
- Забезпечує процес зберігання палива на нафтових базах, а також його розподілення між автомобільними заправними станціями мережі, котрі «підпорядковані» даній нафтовій базі;
- Здійснює роздрібний продаж світлих нафтових продуктів з «кінцевих» точок – автомобільних заправних станцій;
- Контролює наявність необхідної кількості палива кожної марки на кожній станції мережі, а також у проміжних пунктах – нафтових сховищах.

Моделювання логістичної діяльності всієї мережі АЗС з декількома нафтовими сховищами є доволі складною задачею, тому в даній роботі розглядається система «нафтова база – мережа АЗС». Зокрема, будемо вважати, що до розгляду взято регіональну мережу автозаправних станцій, яка складається з одного нафтового сховища (центрального склад) певною місткістю, а також з множини АЗС, запаси котрих поповнюються з цього складу.

Необхідно організувати діяльність мережі так, щоб мінімізувати витрати на доставку палива до станцій та на зберігання палива на нафтовій базі, забезпечуючи при цьому достатню кількість бензину кожної марки на кожній станції мережі та на центральному складі для дотримання заданого рівня обслуговування споживачів. Тобто, оптимізованою буде вважатися така система, у котрій досягнуто зниження витрат (наприклад, у грошовому вимірі) при відсутності втрат від несвоєчасного забезпечення клієнтів продукцією.

У даній роботі розв'язання цієї задачі являє собою виконання двох послідовних кроків:

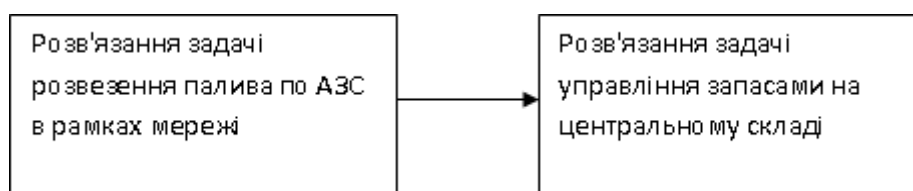


Рис. 1. Послідовність розв'язування задачі зниження логістичних витрат мережі АЗС

Ці кроки являють собою дві окремі задачі, доволі широко представлені у наукових працях. Така їх послідовність зумовлюється необхідністю забезпечення прогнозованого попиту на бензин на кожній зі станцій, представлених у мережі, що передбачено в рамках першого кроку. Відштовхуючись від даних, отриманих на першому кроці, на другому етапі виконується управління рівнем запасів палива на центральному складі продукції – нафтовій базі – таким чином, щоб забезпечити достатню кількість продукції кожного з видів, уникаючи її надлишкової кількості.

Окрім того, слід зазначити, що автори при розв'язанні даної задачі відштовхувалися від наявності таких даних щодо діяльності мережі:

- Кількість АЗС у регіональній мережі;
- Матриця відстаней між АЗС;
- Кількість видів продукції, для якої розв'язується задача;
- Об'єм встановлених для кожного виду продукту підземних резервуарів на кожній зі станцій;
- Початковий рівень запасу кожного виду бензину на кожній станції;
- Максимальна кількість бензину кожного виду, що може зберігатися на нафтовій базі;
- Початковий рівень запасу кожного виду бензину на нафтовій базі;
- Об'єм бензовозів різних типів, що належать до автопарку мережі;
- Щоденний прогнозний попит на кожен вид бензину на кожній станції для всього горизонту планування;
- Термін поновлення замовлення на поповнення запасів на центральному складі;
- Термін виконання замовлення;
- Встановлений рівень обслуговування на центральному складі.

Отже, процес виконання першого кроку, тобто розв'язання задачі розвезення палива між станціями мережі базується на евристичному методі розв'язання задачі, поставленої у [3]. Виходячи зі складності обчислювальних алгоритмів, у даному дослідженні автори знаходять допустимий оптимізований, але не гарантовано оптимальний план розвезення палива по станціям.

Для розв'язання задачі управління запасами на центральному складі по кожному виду продукції використовується модель управління запасами з фіксованою періодичністю замовлення та встановленим рівнем обслуговування з урахуванням стохастичного характеру попиту. Ця модель є модифікованою версією класичної моделі Уілсона.

Нижче проводиться опис даної моделі.

Нехай Z – обсяг запасу продукції на складі;

q – розмір партії або замовлення;

l – довжина циклу замовлення;

$\bar{\lambda}$ – середня інтенсивність попиту на товар зі складу;

$\bar{\theta}$ – середня тривалість періоду між розміщенням замовлення та отриманням замовленої продукції;

z – кількість стандартних відхилень попиту в резервному запасі для заданого рівня обслуговування (Резервний запас – це величина запасу, що постійно підтримується на складі на додачу

до очікуваного рівня потреб. Рівень обслуговування – та частка попиту, котру можна задовольнити за наявного рівня запасу);

$E(z)$ – це математичне сподівання кількості виробів, котрих може не вистачити за наявних запасів, при припущенні, що попит розподілений за нормальним законом;

Перевагою запропонованої моделі є відсутність необхідності неперервного контролю рівня запасів, а також те, що для багатоменклатурних систем (котрою є нафтова база мережі АЗС) розміщення замовлення за всіма видами продукції відбувається одночасно, що не приводить до зайвих логістичних витрат на розміщення замовлень по кожному виду продукції окремо. Недоліком є те, що оскільки замовлення визначаються часом, система повинна мати захист від вичерпування запасів (резервний запас) не лише на час від розміщення виконання замовлення, а й на весь цикл замовлення.

Після певних перетворень отримуємо формулу, яка дозволяє визначити оптимальний розмір замовлення для кожного проміжку часу:

$$q = \bar{\lambda}(l + \theta) + z\sigma_{l+\theta} - Z, \quad (1)$$

причому

$$\sigma_{l+\theta} = \sigma_{\lambda}\sqrt{l + \theta} \quad (2)$$

$$E(z) = \frac{\bar{\lambda}l(1-p)}{\sigma_{l+\theta}} \quad (3)$$

На основі описаних вище моделей авторами отримано алгоритм, блок-схему котрого зображено нижче.

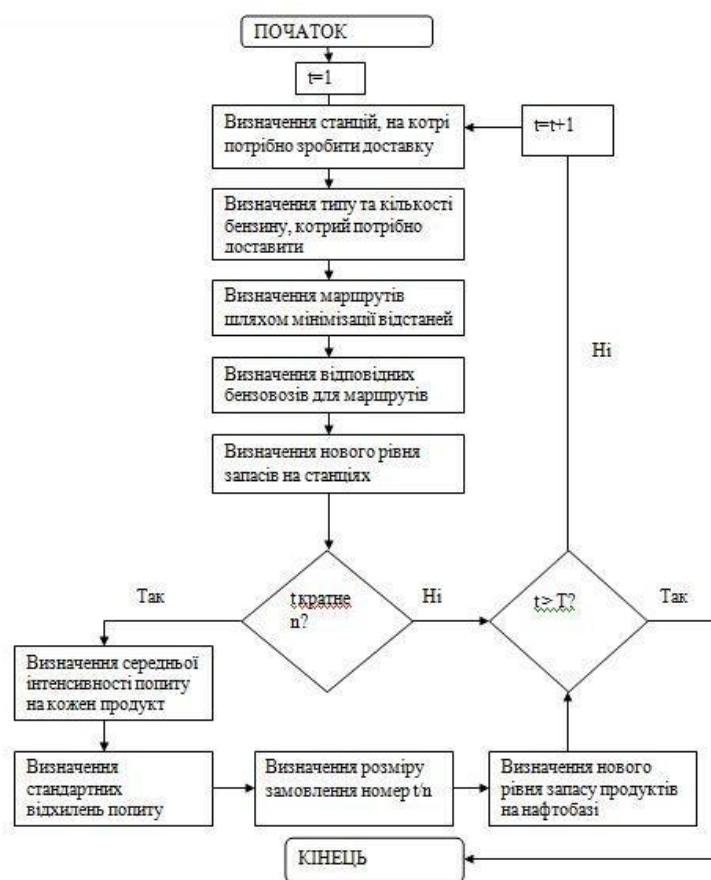


Рис. 2. Алгоритм оптимізації діяльності логістичної системи мережі АЗС

У результаті реалізації запропонованого алгоритму на ЕОМ у середовищі програмування Borland C++ Builder 6 та його застосування до модельних даних отримано такі результати.

Після виконання необхідних розрахунків отримуємо графічне зображення рівня запасів на центральному складі для бензину кожного типу.

На рис. 2 зображено графік рівня запасів на кінець кожного періоду з десяти днів для розробленого алгоритму та у разі застосування класичної формули Уілсона (зверху), а також графіки щоденної зміни рівня запасів на складі (знизу).

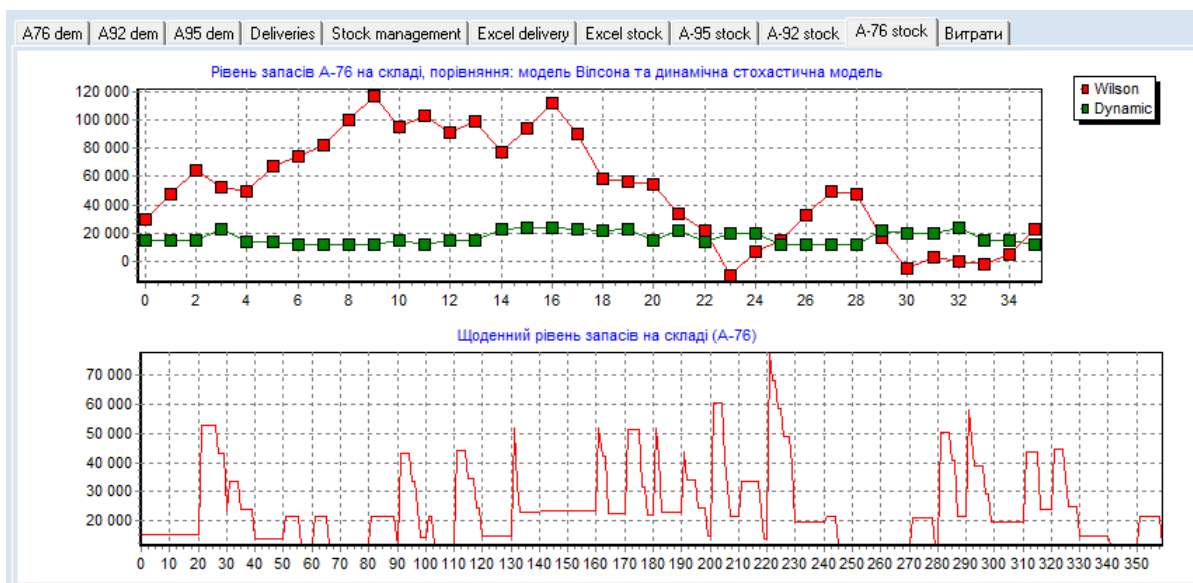


Рис. 3. Графік рівня запасів на складі для бензину А-76

Виконання розрахунку сумарних логістичних витрат протягом горизонту планування на модельних даних доводить, що при використанні запропонованого алгоритму витрати дійсно нижчі, ніж при використанні альтернативного більш простого підходу.

ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТ НА ЗБЕРІГАННЯ ПАЛИВА ЗА РІЗНИМИ АЛГОРИТМАМИ (ГРН.)

Запропонований алгоритм (1)	Альтернативний алгоритм (2)	Різниця (2)-(1)
474160321	2285165284	1811004963

Рис. 4. Порівняння витрат на зберігання палива за різними алгоритмами, грн.

Висновки

У рамках даної роботи розроблено та запропоновано до розгляду алгоритм оптимізації логістичної системи, що включає в себе складання та оптимізацію плану розвезень продукції до елементів мережі АЗС та визначення оптимального рівня запасів та розміру замовлень кожного виду продукції а центральному складі, котрим являється нафтова база.

Порівняння запропонованого алгоритму для розв'язання поставленої задачі з аналогічним алгоритмом, де використовується модель Уілсона, доводить, що протягом всього горизонту планування рівень запасів бензину на нафтовій базі для запропонованого алгоритму нижчий, ніж при використанні моделі Уілсона, причому він завжди знаходиться на достатньому рівні.

Це доводить ефективність запропонованого алгоритму та доцільність подальшої розробки оптимізаційних моделей логістичної системи мережі АЗС та їх використання на практиці.

Список використаної літератури

1. Статистичний бюлетень про основні показники роботи промисловості України за січень 2010 року / Держкомстат України. – К.: 2010. – 116 с.
2. Воробьев А.Ю. Научные Совершенствование методов управления затратами сети автозаправочных комплексов // Москва: 2005. – 172 с.
3. Cornillier F, Voctor FF, Renaud J, Laporte G. A heuristic for the multi-period petrol station replenishment problem //European Journal of Operational Research 2008, 191, P. 295–305.

Стаття надійшла до редакції 17.10.2012

Использование математического моделирования для снижения логистических издержек сети АЗС

Гальчинский Л. Ю., Дмитриева А. А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Обострение конкуренции на рынке розничной торговли нефтепродуктами вызывает необходимость поиска новых методов повышения эффективности деятельности участников конкурентной борьбы. Снижение логистических издержек, составляющих значительную долю от общих издержек сети автомобильных заправочных станций, является важной задачей для каждого игрока на рынке, а использование аппарата математического моделирования помогает формализовать эту задачу и научно обосновать ее решение. Данная статья посвящена разработке и исследованию алгоритмов оптимизации деятельности некоторых элементов логистической системы сети АЗС таким образом, чтобы обеспечить снижение издержек сети на логистику при достаточно высоком уровне обслуживания клиентов.

Ключевые слова: сеть АЗС, логистические издержки, задача развозки, задача управления запасами, нефтебаза.

Using mathematical modeling for reducing the logistics costs of network of refueling stations

Galchinsky L., Dmytrieva A.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

An increase of competition in the retail gasoline market leads to the necessity of finding the new methods of improving the efficiency of the competitors. Reduction of logistics costs, which are one of the major parts of the refueling stations networks expenditures, is likely to be an important task for each player in the market. Using the mathematical modeling helps formalize this problem and find scientific basis for its solution. This article is dedicated to the design and analysis of algorithms for optimizing the activities of some elements of the logistics system of petroleum stations network in order to reduce the logistics costs of the network while providing the required level of customer service.

Keywords: network of refueling stations, logistics costs, transportation problem, inventory control problem, oil depot.