

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК НА ПІДПРИЄМСТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

OPTIMIZATION OF SUPPLY CHAINS AT THE ENTERPRISE WITH THE USE OF MODERN SOFTWARE

УДК 658.75

<https://doi.org/10.32843/infrastructure40-82>**Пічугіна Ю.В.**

к.е.н., доцент,
доцент кафедри економіки
та підприємництва
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова

Максимова Ю.О.

викладач кафедри економіки
та підприємництва
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова

Максимов О.С.

старший викладач кафедри
математичного забезпечення
комп'ютерних систем
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова

Pichugina Julia**Maksymova Julia****Maksymov Oleksandr**

Odesa I.I. Mechnikov National University

Нині за кордоном проблемам оптимізації ланцюгів поставок за рахунок автоматизації логістичних процесів приділяється особлива увага, оскільки використання інформаційних технологій у ланцюгах поставок забезпечує зниження запасів у центрах дистрибуції, поліпшення використання транспортних потужностей, зменшення терміну виконання замовлення клієнта. Встановлено, що частка управління ланцюгами поставок у вітчизняних підприємств становить лише 1%, що неприпустимо в умовах європейської інтеграції України та виходу на ринки розвинених країн. Проаналізовані переваги та недоліки аналітичної оптимізації та динамічного моделювання як одних із засобів моделювання і планування ланцюгів поставок. Досліджені різні види діяльності в масштабах усього ланцюга поставок як комплексного процесу оптимізації цін і поставок. Виявлені можливості програми anyLogistix™ як інструмента для проектування, оптимізації та аналізу ланцюгів поставок.

Ключові слова: логістика, ланцюг поставок, оптимізація, автоматизація, моделювання бізнес-процесу, anyLogistix.

На сьогоднішній день за рубежом проблеме оптимизации цепей поставок за счет

автоматизации логистических процессов уделяется особое внимание, так как использование информационных технологий в цепях поставок обеспечивает снижение запасов в центрах дистрибуции, улучшение использования транспортных мощностей, уменьшение термина выполнения заказа клиента. Установлено, что доля управления цепями поставок у отечественных предприятий составляет лишь 1%, что недопустимо в условиях европейской интеграции Украины и выхода на рынки развитых стран. Проанализированы преимущества и недостатки аналитической оптимизации и динамического моделирования, как одних из способов моделирования и планирования цепей поставок. Исследованы различные виды деятельности в масштабах всей цепи поставок в качестве комплексного процесса оптимизации цен и поставок. Выявлены возможности программы anyLogistix™ как инструмента для проектирования, оптимизации и анализа цепей поставок.

Ключевые слова: логистика, цепь поставок, оптимизация, автоматизация, моделирование бизнес-процесса, anyLogistix.

Today, overseas optimization of supply chains due to the automation of logistics processes is given special attention, as the use of information technology in the supply chain provides a reduction of inventory in distribution centers, improving the use of transport facilities, reducing the order fulfillment of the customer. It is established that the share of supply chain management in domestic enterprises is only 1%, which is unacceptable in the conditions of European integration of Ukraine and entering the markets of developed countries. Advantages and disadvantages of analytical optimization and dynamic modeling are analyzed as one of the ways of modeling and planning of supply chains. Various activities across the supply chain have been investigated as a complex process of optimizing prices and supplies. Features of anyLogistix™ have been identified as a tool for designing, optimizing and analyzing supply chains. Optimizing the supply chain of an enterprise product can be presented as finding the best variant of supply chain functioning out of many possible. In order for the process of supply chain optimization to occur, it is necessary to clearly understand what and how to achieve the end result, that is, a «perfect» model, once created and tested when managing other supply chains (best practice methodology) or designed in «Laboratory» conditions, to which the parameters must be sought. It is quite difficult to fully implement the «ideal» model. This is due to the fact that it is not possible to accurately reproduce all the conditions in which the «ideal» model of another supply chain operates, and even more so it is impossible to embody a specially created «ideal» model, since it cannot take into account all real, and constantly changing, parameters of external and internal business environment. Supply chain optimization tools use different approaches to solve their problems. In addition to the simplest and most common method of modeling and scheduling supply chains – spreadsheets, there are more effective methods, such as analytical optimization and dynamic modeling. In order to get as close as possible to the parameters of the «ideal» model of the supply chain, it is necessary to be able to respond quickly and effectively to the increasingly complex of consumer requests.

Key words: logistics, supply chain, optimization, automation, business process modeling, anyLogistix.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку українського ринку можна однозначно охарактеризувати зростанням конкуренції. Підприємства вимушені шукати шляхи зниження і без того зведених до мінімуму виробничих витрат.

Світовою практикою вже давно доведено, що якщо під час виробництва та продажу знизити витрати неможливо, то потрібно звернути увагу на шлях проходження матеріального потоку у вигляді сировини, напівфабрикатів, матеріально-технічних цінностей до і «всередині» виробника, а також на рух товарів між виробником і реалізатором, а якщо треба – то і кінцевим споживачем. Одним із найбільш радикальних і дієвих інструментів скорочення витрат по всій довжині ланцюга руху матеріального потоку є логістика.

Тому сьогодні для забезпечення технологічної конкурентоспроможності вітчизняні підприємства повинні приділяти особливу увагу автоматизації логістичних процесів. Впровадження інформаційних технологій у процес управління підприємством здатне забезпечити його конкурентоспроможність, а отже, здатність зайняти найбільш вигідну позицію на ринку, який постійно змінюється та формується під впливом різноманітних факторів.

Як наслідок, одним із важливих напрямів сучасної економіки підприємства стає оптимізація ланцюгів поставок на підприємстві з використанням сучасних програмних продуктів та впровадження прогресивних технологій, які ґрунтуються на логістичних принципах. Такі технології дають можливість підвищити якість обслуговування споживачів,

скоротити кількість складованих товарів на підприємствах, гнучко реагувати на зміни ринкових умов.

Особливої актуальності набувають проблеми підвищення ефективності функціонування логістичних ланцюгів в умовах європейської інтеграції України та виходу на ринки розвинутих європейських країн. Підвищення ефективності функціонування логістичних ланцюгів передбачає необхідність їх оцінювання, аналізу та моніторингу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемам дослідження інструментів оптимізації ланцюгів поставок присвячені роботи таких учених: О.О. Бакаєва, Л.А. Пономаренко, В.А. Фаловича, Ф. Піллера, П. Мерфі, Р. Майєра та інших. У роботах цих учених детально проаналізовано ланцюги поставок, які стають усе більш глобальними і розгалуженими.

Проте процес адаптування інструментів оптимізації ланцюгів поставок, зокрема аналітичної оптимізації і динамічного моделювання, до реальній практичній діяльності вітчизняних підприємств залишається не до кінця завершеним.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз інструментів оптимізації ланцюгів поставок, які за допомогою інформаційних технологій дають ще більше переваг діяльності підприємства, а також наліз можливостей, які надає програмний продукт anyLogistix.

Виклад основного матеріалу дослідження. Будь-яке підприємство, зацікавлене у розвитку свого бізнесу, а також зниженні витрат, повинне знати вигоди, які здатний принести логістичний підхід до організації справи. Завдяки оптимізації ланцюгів поставок можна досягти істотного зниження запасів у дистрибуційних центрах (до 40%), покращити використання транспортних потужностей (до 20%), зменшити терміни виконання замовлення клієнтів (до 50%) [1, с. 152].

Оптимізація ланцюгів поставок продукції підприємства може бути представлена як знаходження найкращого варіанту функціонування ланцюга поставок із безлічі можливих. Для того, щоби процес оптимізації ланцюга поставок відбувся, необхідно чітко розуміти, чого і як слід домогтися в кінцевому результаті, тобто повинна бути задана «ідеальна» модель, колись уже створена й апробована під час управління іншими ланцюгами поставок (методика використання кращої практики) або спроектована в «лабораторних» умовах, до досягнення параметрів якої необхідно прагнути.

«Ідеальна» модель ланцюга поставок передбачає наявність єдиної інформаційної системи, що дає змогу у режимі онлайн здійснювати управління замовленнями в розрахунку на те, що [2, с. 345]:

– час циклу виконання замовлення повинен бути мінімальним за відхиленнями від заявлених замовником термінів (нульовим);

– кількість запасів в ланцюгу поставок повинна бути мінімальною (нульовою);

– вплив людського фактора має бути мінімальним.

Повністю втілити «ідеальну» модель на практиці досить складно. Це пояснюється тим, що не вдається точно відтворити всі умови, в яких діє «ідеальна» модель ланцюга поставок, і неможливо втілити спеціально створену «ідеальну» модель, оскільки в ній не можуть бути враховані всі реальні, причому постійно мінливі, параметри зовнішнього і внутрішнього ділового середовища.

Інструменти оптимізації ланцюгів поставок використовують для вирішення своїх завдань різні підходи. Крім найпростішого і поширеного способу моделювання і планування ланцюгів поставок – електронних таблиць, є більш ефективні методи, такі як аналітична оптимізація і динамічне моделювання.

Інструменти аналітичної оптимізації використовують для пошуку рішень методи цілочисельного і лінійного програмування. Ці інструменти підходять для вирішення великомасштабних завдань, що допускають високий рівень абстракції. Розміщення вузлів мережі, вимірювання товаропотоків, майстер-планування за періодами – найчастіше ці проблеми не вимагають детальності, але можуть бути дуже масштабними і вимагати обробки великої кількості даних. Аналітична оптимізація – кращий інструмент для вирішення таких завдань. Вона швидко і добре обробляє дані і здатна дати відповіді на найважливіші питання високого рівня абстракції.

Але є завдання, які неможливо вирішити таким способом: наприклад, оцінка страхового запасу, багаторівнева оптимізація запасів, оцінка ризиків, аналіз впливу процесів всередині кожного вузла на всю мережу загалом. Для вирішення подібних завдань потрібно враховувати реальні показники ланцюга поставок: динаміку мережі, невизначеності, особливі умови, пов'язані з окремими вузлами. Аналітичні моделі не здатні відобразити такий рівень детальності, вони не можуть враховувати фактори часу і варіативність параметрів. Завдання такого роду потребують застосування динамічного моделювання.

Програмний продукт anyLogistix надає необмежені можливості: аналітична оптимізація і динамічне моделювання об'єднані в одному комплекті, що дає змогу користувачам підібрати потрібний інструмент для вирішення будь-якого логістичного завдання. Результати оптимізації можна одним кліком конвертувати в динамічну модель і навпаки. Таким чином, два методи доповнюють один одного, що дає змогу вирішувати будь-які завдання з допомогою одного інструмента.

Програмний продукт anyLogistix повністю інтегрований з AnyLogic Professional – функціональним

засобом імітаційного моделювання. За допомогою AnyLogic можна відкрити будь-який елемент ланцюжка поставок з anyLogistix і змінити його властивості або поведінку, додати нові параметри і статистику, а також використовувати анімацію в моделях. Після внесення змін модель експортується в anyLogistix, зберігаючи її цілісність.

Завдяки такій інтеграції з'явилися нескінченні можливості щодо поліпшення ланцюжків поставок [3].

Імітаційне моделювання anyLogistix дає змогу користувачу вирішувати, які саме чинники потрібно врахувати в моделі. Програма дає можливість будувати моделі, використовуючи стандартні типи політик і поведень мережевих елементів або змінюючи і деталізуючи їх до рівня, потрібного для вирішення конкретної проблеми.

Для того, щоб максимально наблизитися до параметрів «ідеальної» моделі ланцюга постачань, необхідно вміти швидко й ефективно відповідати на все більш складні запити споживачів. Оптимізація цін і поставок повинна являти собою комплексний процес реагування, що охоплює різні види діяльності у масштабах всього ланцюга поставок, у тому числі в обов'язковому порядку такі, як [4, с. 58]:

1. *Конфігурація логістичної мережі.* Ланцюги поставок утворюють складну мережеву структуру, що включає в себе фокусну компанію, постачальників і споживачів різних рівнів із широкою географією розміщення виробничих і логістичних потужностей, а також численних каналних посередників. Складність будови впливає на керованість структури. Кількість учасників ланцюга поставок не повинна бути надмірно великою, оскільки це може призвести до втрати керованості, також вона не повинна бути і необґрунтовано обмеженою, оскільки це може перешкодити відстеженню бізнес-процесів у ланцюгу постачань і привести до зниження ефективності управління.

Завдання створення оптимальної структури ланцюга поставок можна вирішити за допомогою конфігурації логістичної мережі, яка передбачає: ідентифікацію потенційно інтегрованих учасників ланцюгів постачання; встановлення господарських зв'язків між ними; виявлення бізнес-процесів, які слід координувати. У кінцевому підсумку мережева структура ланцюга поставок оптимізується за допомогою вибору її учасників, що гарантує досягнення цільових показників функціонування ланцюга поставок за витратами і якістю обслуговування споживачів. У виконанні завдання вибору слід використовувати різні методи планування і проектування ланцюгів поставок.

2. *Планування і проектування ланцюгів поставок.* Навіть якщо діючий ланцюг поставок має оптимальну мережеву структуру, часто потрібно її перепроектувати. Необхідність у перепроектуванні виникає під час коригування стратегічних

рішень, прийнятих у межах ланцюга поставок, а також під впливом різних внутрішніх і зовнішніх факторів, таких як зміна структури попиту або зрушення можливостей постачальників тощо. Все це може викликати необхідність у реінжинірингу логістичної мережі. Питання реінжинірингу логістичної мережі є складним організаційним завданням і вимагає для свого вирішення навичок стратегічного управління ланцюгами постачання й управління логістичними проектами.

3. *Інтегрування в ланцюги постачань.* Учасники ланцюга поставок не можуть функціонувати ізольовано один від одного, а, навпаки, повинні тісно співпрацювати. Д. Уотерс виділяє такі вигоди від інтеграції в масштабах ланцюга поставок, як [2, с. 56]:

- кооперування учасників як бізнес-партнерів по ланцюгу поставок, що дає змогу вести обмін інформацією та ресурсами;

- підвищення ритмічності руху матеріального потоку внаслідок координації;

- нижчі витрати, одержувані завдяки узгодженості проведених операцій, більш низькі запаси, економія на масштабах, усунення видів діяльності з непродуктивними витратами часу тощо;

- поліпшення показників діяльності завдяки більш точним прогнозам, більш досконалому плануванню, більш ефективному використанню ресурсів, більш обґрунтованому встановленню пріоритетів тощо;

- більш якісне обслуговування споживачів: більш короткий час виконання замовлення, більш швидка доставка і врахування запитів окремих споживачів;

- більш висока гнучкість, що дає змогу учасникам швидше реагувати на умови, які швидко змінюються;

- стабільність показників якості продукції і менше число його перевірок як результат реалізації програм інтегрованого управління якістю.

Інтегрування в ланцюгах поставок спочатку забезпечується встановленням господарських зв'язків і формуванням зобов'язальних правовідносин під час укладення договорів на поставку, обслуговування та підтримується застосуванням практики створення стратегічних союзів і партнерств, механізму злиттів і поглинань, організації спільних підприємств.

4. *Управління запасами в ланцюгах поставок.* Оптимізація ланцюгів поставок передбачає здійснення підходу до управління запасами, зумовленого інтеграцією й адекватним інтегруванням учасників у масштабах всього ланцюга. Високий рівень запасів пов'язаний із великими логістичними витратами і свідчить про неефективне функціонування логістичної системи.

Як правило, створення і підтримання запасів продукції обґрунтовується прагненням

не допустити виникнення дефіциту, який може привести до збоїв у роботі ланцюга поставок, а для виробничих підприємств – до повної зупинки виробництва. Для того щоб уникнути подібної ситуації і забезпечити високий рівень обслуговування за низького рівня запасів, необхідно усунути джерела невизначеності в ланцюгу поставок.

Класична модель управління запасами є детермінованою моделлю і призначена для оптимізації розміру поточної частини запасу. Під час управління товарними (збутовими) запасами готової продукції у підприємств-виробників йдеться про оптимізацію партій відвантаження товару, а у торгових підприємств – про оптимізацію розміру замовлення (партії закупівлі або поставки).

Оптимізувати розмір замовлення (партії поставки) означає знайти таке його кількісне значення, що потребує мінімальних витрат на формування та зміст поточного запасу за заданих умов. Методика вирішення цього завдання ґрунтується на тому, що різні складники витрат змінюються різноспрямовано за зміни розміру партії постачання, отже, є такий розмір партії поставки, який забезпечує мінімум загальних витрат, пов'язаних із формуванням та утриманням запасу. Мінімум питомих витрат є критерієм оптимальності вибору розміру замовлення (обсягу партії поставки) і максимального рівня поточного запасу.

Щоб оптимізувати продаж товарів на підприємстві, для візуалізації процесу можна використовувати програму anyLogistix™ (ALX™) від компанії AnyLogic. Це інструмент для проектування, оптимізації та аналізу ланцюгів поставок. ALX поєднує традиційні аналітичні методи оптимізації та інноваційні технології імітаційного моделювання, що надає повний набір інструментів для комплексного аналізу ланцюга поставок. Поєднання методів моделювання та оптимізації дає змогу аналітику вивчити ланцюг поставок у деталях і отримати про нього наочне уявлення на рівні, недосяжному для традиційних інструментів [3].

За допомогою програми ми можемо побудувати алгоритм виконання робіт з урахуванням запасів, зберігання та складських приміщень, також встановлюються параметри моделі з урахуванням великої кількості функцій, будується блок-схема вантажівок постачання. Програма anyLogistix дає можливість побачити виконання оптимізаційної моделі з урахуванням усіх факторів та функцій, необхідних для її роботи. У програмі можна побудувати оптимальну модель оптового продажу товарів підприємства. Після того як замовлення надходить на підприємство, менеджери обробляють його та відправляють у виробничий цех. Після виготовлення замовлення воно поступає на склад, і далі ми можемо візуально відобразити

оптимальну модель його відправки з урахуванням мінімізації часу виконання робіт та використаних трудових ресурсів. Програма дає нам можливість після запуску проекту побачити його виконання у реальному часі із зображенням кількості хвилин та ресурсів, витрачених на одну функцію, далі у разі необхідності ми можемо вдосконалити процес, зробивши деякі зміни у параметрах моделі. Такий інструмент є дуже ефективним, оскільки він дає можливість моделювання, аналізу та оптимізації ланцюга продажу товарів підприємства.

Висновки з проведеного дослідження. Ефективність діяльності підприємств перебуває у прямій залежності від формування ефективних ланцюгів поставок і впровадження принципів управління ланцюгами поставок – найсучаснішої концепції управління підприємствами. Ця концепція є результатом розвитку менеджменту, маркетингу та логістики і відповідає вимогам сучасного етапу розвитку економіки.

На жаль, частка управління ланцюгами поставок у структурі логістичних послуг вітчизняних підприємств є незначною. За даними Світового банку, майже 90% логістичних послуг в Україні – це операції, що пов'язані з транспортною логістикою, 8% – з операціями складського зберігання, 2% – з експедируванням, і лише 1% – це управління ланцюгами поставок. Вважаємо, що це неприпустимо в умовах європейської інтеграції України та виходу вітчизняних підприємств на ринки розвинених країн.

Проаналізувавши можливості програми anyLogistix як інструменту для проектування, оптимізації та аналізу ланцюгів поставок, можна зробити висновок, що вона дає можливість побачити виконання оптимізаційної моделі з урахуванням усіх факторів та функцій, необхідних для її роботи. Застосування підприємствами таких програм допоможе їм оптимізувати ланцюги поставок.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Фалович В.А. Розвиток емерджентних властивостей ланцюга поставок інвестиційних товарів: монографія. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 266 с.
2. Логистика и управление цепями поставок: учебник / под ред. В.В. Щербакіова. Москва: Юрайт, 2019. 582 с.
3. © The AnyLogic Company URL: <https://www.anylogistix.ru/alx-technology/> (дата звернення: 06.02.2020).
4. Смирнов И., Косарева Т. Транспортна логістика: навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2018. 224 с.
5. Колодізева Т.О. Управління ланцюгами поставок: навчальний посібник. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 164 с.

REFERENCES:

1. Falovych V.A. (2018) *Rozvytok emerdzhentnykh vlastyvostei lantsiuha postavok investytsiinykh tovariv: monohrafiia* [Development of emergent properties of the supply chain of investment goods: a monograph]. Ternopil: FOP Palianytsia V.A. (in Ukrainian)
2. Shcherbakova V.V. (ed.) (2019) *Logistika i upravlenie tsepyami postavok: uchebnyk* [Logistics and supply chain management: a textbook], Moskva: Yurayt. (in Russian)
3. © The AnyLogic Company. Available at: <https://www.anylogistix.ru/alx-technology/> (accessed 06 February 2020).
4. Smyrnov Y., Kosareva T. (2018) *Transportna lohistyka: navchalnyi posibnyk* [Transportation logistics: a tutorial]. Kyiv: Tsentri navchalnoi literatur. (in Ukrainian)
5. Kolodzieva T.O. (2016) *Upravlinnia lantsiuhamy postavok: navchalnyi posibnyk* [Supply chain management: a tutorial]. Kharkiv: KhNEU im. S. Kuznetsia. (in Ukrainian)