

РОЗДІЛ 9. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІМОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОКTHE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEM'S
OPTIMIZATION MODEL

Стаття присвячена питанням розробки оптимізаційної моделі системи управління ланцюгами поставок. У публікації розглядається постановка задачі оптимізації системи управління ланцюгами поставок та описується економіко-математична модель системи управління ланцюгами поставок, яка враховує рівень інтеграції учасників системи.

Ключові слова: система управління ланцюгами поставок, оптимізація, економіко-математична модель, ланцюг поставок, мінімізація витрат.

Стаття посвящена вопросам разработки оптимизационной модели системы управления цепями поставок. В публикации рассматривается постановка задачи оптимизации системы управления цепями поставок и описывается эконо-

мико-математическая модель системы управления цепями поставок, которая учитывает уровень интеграции участников системы.

Ключевые слова: система управления цепями поставок, оптимизация, экономико-математическая модель, цепь поставок, минимизация расходов.

This article is devoted to development of optimization model of supply chain management system. In this publication the task of optimization of supply chain management system was examined and economic-mathematical model of supply chain management system, that takes into account the level of integration of systems participants, was described.

Keywords: supply chain management system, optimization, economic-mathematical model, supply chain, cost minimization.

УДК 330.43

Афанасьев К.М.

к. е. н., доцент кафедри економіки та фінансів підприємства
Київський національний торговельно-економічний університет

Постановка проблеми. В умовах ускладнення господарської діяльності та поєднання процесів глобалізації бізнесу з позиціонуванням на різних сегментах ринку постійно підвищуються вимоги з боку підприємств до результативності систем управління ланцюгами поставок (далі – СУЛП).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання теорії та практики оптимізації систем управління ланцюгами поставок досліджували такі зарубіжні та вітчизняні вчені, як: Казарська Н.І., Ленчинський І.Ю., Лебедева С.Н., Абрютіна М.С., Баллоу Р.Н., Бауерсокс Д. Дж., Джонсон Д., Зеваков А.М., Клосс Д. Дж., Лубенцова В.С. [1], Кристофер Мартін і Пек Хелен [2], Толуєв Ю.І. і Планковський С.І. [3], Ганеш К., Ленні Кох С.С., Саксена А., Раджеш р. [4] та інші.

Разом з тим, слід відзначити, що більшість досліджень у цій сфері охоплюють фіксовані структури ланцюгів поставок у межах управління ланцюгами поставок. Питання оптимізації систем управління ланцюгами поставок з урахуванням рівня розвитку ланцюга поставок та його складових частин на підприємствах у повній мірі не досліджені.

Постановка завдання. З метою більш якісного вивчення та оптимізації СУЛП необхідно розширити концепцію управління ланцюгами поставок та використати один з підходів до вдосконалення системи управління ланцюгами поставок – математичне моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проблеми ефективності логістичної діяльності набу-

вають особливої актуальності в умовах європейської інтеграції України та виходу на ринки розвинених європейських країн. Організація взаємозв'язків між підприємствами і забезпечення клієнтоорієнтованості сучасного бізнесу не можливі без ефективного функціонування ланцюгів поставок.

На нашу думку, система управління ланцюгами поставок – це система стратегічного управління й координації бізнес-функцій всередині підприємств та між компаніями-партнерами всередині ланцюга поставок з метою підвищення довгострокової результативності кожної компанії та системи управління ланцюгами поставок у цілому. Ланцюг поставок СУЛП – це мережева структура, яка включає підприємства роздрібної торгівлі, постачальників та споживачів з широкою географією виробничих, складських та транспортних потужностей, а також чисельних посередників – дистриб'юторів та оптових компаній. Узагальнена схема ланцюга поставок відображена на рис. 1.

Кількість учасників у ланцюгу поставок у СУЛП та межі системи визначаються мірою інформаційно-технологічної інтеграції усіх учасників ланцюга.

Вирішити задачу оптимізації руху матеріальних потоків у межах системи управління ланцюгами поставок можна за допомогою економіко-математичної моделі. Для побудови економіко-математичної моделі СУЛП необхідна початкова інформація. Слід відзначити, що від її змісту та повноти залежить можливість побудови моделі та міра її адекватності.



Рис. 1. Узагальнена схема ланцюга поставок

Задача оптимізації СУЛП може бути представлена в наступному вигляді:

задана сукупність виробників продукції у вигляді фіксованої множини елементів;

– задана сукупність дистриб'юторів продукції у вигляді фіксованої множини елементів;

– задана сукупність оптових компаній продукції у вигляді фіксованої множини елементів;

– задана сукупність підприємств роздрібної торгівлі у вигляді фіксованої множини елементів;

– задано попит на продукцію;

– відомі потужності виробників;

– відомі розміри складських приміщень дистриб'юторів, оптових компаній, підприємств роздрібної торгівлі;

– відомі транспортні витрати на ділянках по всьому ланцюгу поставок СУЛП;

– прийнято до уваги рівень інтеграції учасників ланцюга СУЛП;

– необхідно забезпечити задоволення попиту на готову продукцію та визначити обсяги виробництва цієї продукції, кількість готової продукції, яка транспортується від виробників до дистриб'юторів, від дистриб'юторів до оптових компаній, від оптових компаній до підприємств роздрібної торгівлі таким чином, щоб сумарні витрати в ланцюгу поставок СУЛП були мінімальними.

Розробка економіко-математичної моделі, як і будь-якої довільної моделі, представляє собою пошук формалізованого опису, який принципово неможливий без змістовних припущень. У даному випадку можемо сформулювати наступні припущення:

Щоденний попит клієнтів є детермінованим, дефіцит товарів не допускається.

Транспортні витрати на одиницю товару від кожного виробника до всіх дистриб'юторів, від кожного дистриб'ютора до всіх оптових компаній, від оптових компаній до підприємств роздрібної торгівлі залишаються постійними на всі періоди часу.

Витрати на зберігання одиниці запасу готового товару за одиницю часу для кожного виробника, кожного дистриб'ютора, кожної оптової компанії залишаються постійними на протязі періоду моделювання.

З метою формування обмежень та цільової функції сформульованої задачі оптимізації СУЛП уведемо наступні позначення:

– j – індекс виробників, $j \in J$;

– k – індекс дистриб'юторів, $k \in K$;

– l – індекс оптових компаній, $l \in L$;

– m – індекс підприємств роздрібної торгівлі, $m \in M$;

– p – індекс готової продукції, $p \in P$;

– t – індекс періоду часу, $t \in T$.

Використовуючи введені позначення, запишемо цільову функцію економіко-математичної моделі СУЛП:

Мінімізувати

$$Y = YPD + YDW + YWR + YIP + YID + YIW + YIR, \quad (1)$$

де: Y – загальні витрати системи управління ланцюгами поставок.

Витратні компоненти цільової функції можуть бути розраховані за допомогою наступних співвідношень:

$$YPD = \sum_j \sum_k \sum_p \sum_t (Q2_{jkpt} * TPD_{jkpt}), \quad (2)$$

де: YPD – загальні транспортні витрати на перевезення товару від виробників до дистриб'юторів; $Q2_{jkpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від j -го виробника до k -го дистриб'ютора в момент часу t ; TPD_{jkpt} – транспортні витрати на перевезення одиниці p -го товару від j -го виробника до k -го дистриб'ютора в одиницю часу t .

$$YDW = \sum_k \sum_l \sum_p \sum_t (Q3_{klpt} * TDW_{klpt}), \quad (3)$$

де: YDW – загальні транспортні витрати на перевезення товару від дистриб'юторів до оптових компаній; $Q3_{klpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в момент часу t ; TDW_{klpt} – транспортні витрати на перевезення одиниці p -го товару від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в одиницю часу t .

$$YWR = \sum_l \sum_m \sum_p \sum_t (Q4_{lmpt} * TWR_{lmpt}), \quad (4)$$

де: YWR – загальні транспортні витрати на перевезення товару від оптових компаній до підприємств роздрібної торгівлі; $Q4_{lmpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від l -ої оптової компанії до m -ого підприємства роздрібної торгівлі в момент часу t ; TWR_{lmpt} – транспортні витрати на перевезення одиниці p -го товару від l -ої оптової компанії для m -ого підприємства роздрібної торгівлі в одиницю часу t .

$$YIP = \sum_j \sum_p \sum_t (IVP_{jpt} * ICP_{jpt}), \quad (5)$$

де: YIP – загальні витрати на зберігання запасів готової продукції (надалі – ГП) у виробників; ICP_{jpt} – витрати на зберігання одиниці p -ої готової продукції

p у j -го виробника протягом періоду часу t ; IVP_{jpt} – запаси p -ої готової продукції у j -го виробника протягом періоду часу t ,

де: $IVP_{jpt} = IVP_{jpt(t-1)} + Q1_{jpt}$, $j \in J$, $t \in T$, $p \in P$.

$Q1_{jpt}$ – кількість виробленої p -ої готової продукції у j -го виробника протягом періоду часу t ;

$Q2_{jkpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від j -го заводу до k -го дистриб'ютора в момент часу t .

$$YID = \sum_k \sum_p \sum_t (IVD_{kpt} * DIC_{kpt}), \quad (6)$$

де: YID – загальні витрати на зберігання запасів ГП у дистриб'юторів; DIC_{kpt} – витрати на зберігання одиниці p -ої готової продукції у k -го дистриб'ютора протягом періоду часу t ; IVD_{kpt} – кінцеві запаси p -ої готової продукції у k -го дистриб'ютора протягом періоду часу t ,

де: $IVD_{kpt} = IVD_{kpt(t-1)} +$, $k \in K$, $t \in T$; $Q2_{jkpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від j -го заводу до k -го дистриб'ютора в момент часу t ; $Q3_{klpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в момент часу t ; $Q4_{lmpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від l -ої оптової компанії до m -ого підприємства роздрібною торгівлі в момент часу t .

$$YIW = \sum_l \sum_p \sum_t (IVW_{lpt} * WIC_{lpt}), \quad (7)$$

де: YIW – загальні витрати на зберігання запасів ГП в оптових компаніях; IVW_{lpt} – кінцеві запаси p -ої готової продукції p в l -ій оптовій компанії протягом періоду часу t ,

де: $IVW_{lpt} = IVW_{lpt(t-1)} +$, $l \in L$, $t \in T$, $p \in P$; $Q3_{klpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в момент часу t ; $Q4_{lmpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від l -ої оптової компанії до m -ого підприємства роздрібною торгівлі в момент часу t ; WIC_{lpt} – витрати на зберігання одиниці p -ої готової продукції у l -ої оптової компанії протягом періоду часу t .

$$YIR = \sum_m \sum_p \sum_t (VRI_{mpt} * RIC_{mpt}), \quad (8)$$

де: VRI_{mpt} – кінцеві запаси готової продукції p у m -тому підприємстві роздрібною торгівлі протягом періоду часу t , де $VRI_{mpt} = VRI_{mpt(t-1)} + -DR_{mpt}$, $l \in L$, $m \in M$, $t \in T$, $p \in P$.

RIC_{mpt} – витрати на зберігання одиниці p -ої готової продукції на m -тому підприємстві роздрібною торгівлі протягом періоду часу t .

Сформулюємо обмеження моделі СУЛП:

1. Кількість всієї готової продукції, яка виробляється у j -го виробника, повинна бути менша або рівна місткості складу готової продукції j -го виробника;

$$\sum_p \sum_t Q1_{jpt} \leq AVP_j, \quad \text{для всіх } j \in J, \quad (9)$$

де: AVP_j – місткість складу готової продукції у j -го виробника; $Q1_{jpt}$ – кількість виробленої p -ої

готової продукції у j -го виробника протягом періоду часу t .

Кількість готової продукції, що транспортується від виробників до дистриб'ютора, повинна бути менша або рівна місткості складу готової продукції k -го дистриб'ютора:

$$\sum_j \sum_p \sum_t Q2_{jkpt} \leq AVD_k, \quad \text{для всіх } k \in K, \quad (10)$$

де: AVD_k – місткість складу готової продукції у k -го дистриб'ютора; $Q2_{jkpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від j -го виробника до k -го дистриб'ютора в момент часу t .

Кількість готової продукції, що транспортується від всіх дистриб'юторів до l -тої оптової компанії, повинна бути менша або рівна місткості складу l -тої оптової компанії:

$$\sum_k \sum_p \sum_t Q3_{klpt} \leq AVW_l, \quad \text{для всіх } l \in L, \quad (11)$$

де: AVW_l – місткість складу готової продукції у l -ої оптової компанії; $Q3_{klpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в момент часу t .

Кількість p -ої готової продукції, що транспортується від всіх оптових компаній, повинна бути менша або рівна місткості складу m -ого підприємства роздрібною торгівлі:

$$\sum_l \sum_p \sum_t Q4_{lmpt} \leq AVR_m, \quad \text{для всіх } m \in M, \quad (12)$$

AVR_m – місткість складу готової продукції у m -ого підприємства роздрібною торгівлі; $Q4_{lmpt}$ – кількість p -ої готової продукції, яка транспортується від k -го дистриб'ютора до l -ої оптової компанії в момент часу t .

Кінцевий попит на продукцію підприємств роздрібною торгівлі повинен бути менший або рівний загальній виробничій потужності виробників:

$$\sum_j \sum_p \sum_t Q1_{jpt} \geq \sum_m \sum_p \sum_t DR_{mpt}, \quad (13)$$

для всіх $m \in M$,

де: DR_{mpt} – попит на p -ту готову продукцію m -ого підприємства роздрібною торгівлі в момент часу t ; $Q1_{jpt}$ – кількість виробленої p -ої готової продукції у j -го виробника протягом періоду часу t .

Висновки з проведеного дослідження. Розроблена економіко-математична модель може бути легко адаптована кожним підприємством, що знаходиться на певному рівні інтеграції з партнерами в системі управління ланцюгами поставок. Така модель є інструментом прогнозування росту ефективності від інтеграції матеріальних та інформаційних потоків для всіх учасників ланцюга та дає можливість збільшувати результативність роботи підприємств шляхом моделювання та реалізації різних етапів розвитку їх системи управління ланцюгами поставок.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Лубенцова В.С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособ./Под ред. В.П. Радченко. – Самара: СГТУ. – 2008. – 157 с.

2. Мартин Кристофер, Хелен Пэк. Маркетинговая логистика / Мартин Кристофер, Хелен Пэк: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Технологии». – 2005. – 200 с.

3. Толуев Ю.И., Планковский С.И. Моделирование и симуляция логистических систем: курс лекций для высших технических учебных заведений/

Ю.И. Толуев, С.И. Планковский. – К.: «Миллениум». – 2009. – 85 с.

4. K. Ganesh, S.C. Lenny Koh, A. Saxena, R. Rajesh, Logistics Design and Modelling – A Simulation Perspective, Logistics and Supply Chain Management (LSCM) Research Group, University of Sheffield. – 2011. – 28 p.

REFERENCES:

1. Lubentsova V.S. Matematycheskye modely y metod y v lohystryke: ucheb. posob. / Pod red. V. P. Radchenko. – Samara: SHTU, 2008.-157 s.

2. Martyn Krystofer, Khelen Pek. Marketynhovaia lohystryka / Martyn Krystofer, Khelen Pek: per. s anhl. – M.: Yzdatelskyi dom «Tekhnolohyy», 2005. – 200 s.

3. Toluev Yu.Y., Plankovskiy S.Y. Modelyrovanye y symuliatsiya lohystrycheskykh system: kurs lektsyi

dlia v ysshykh tekhnicheskyykh uchebn ykh zavedenyi/ Yu.Y.Toluev, S.Y. Plankovskiy. – K.: «Myllenyum», 2009. – 85 s.

4. K. Ganesh, S.C. Lenny Koh, A. Saxena, R. Rajesh, Logistics Design and Modelling – A Simulation Perspective, Logistics and Supply Chain Management (LSCM) Research Group, University of Sheffield, 2011 – 28 p.