

МОДЕЛЮВАННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ ВНУТРІШНЬОВИРОБНИЧИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ З РЕГЕНЕРАЦІЄЮ

© Мороз Л.І., 2009

Розглянуто сутність матеріально-фінансових потоків в логістичній системі та побудовано економіко-математичну модель для виробничих процесів з регенерацією, залежності якої дають можливість визначити величину запуску матеріалів і напівфабрикатів та величину придатної продукції на кожній операції внутрішньовиробничої логістичної системи.

Ключові слова: моделювання, логістика, матеріальний потік, фінансовий потік, регенерація, коефіцієнт технологічних втрат, коефіцієнт запуску.

The essence of material-financial streams in logistical system is considered and also the economic-mathematical model for production processes with the regeneration, the dependences of which give the potential to determine value of input materials and half-finishes, and value of the suitable products on each operation of intraindustrial logistical system, is constructed.

Keywords: modelling, logistics, material stream, financial stream, regeneration, technological loss factor, input factor.

Постановка проблеми

В умовах глобальної економічної кризи на перший план діяльності підприємств висувається пошук можливостей і шляхів економії ресурсів та скорочення виробничих витрат. Тому вимоги сучасної логістики до моніторингу й оцінки матеріальних потоків, їх організації та регулювання висувають актуальні завдання пошуку резервів зниження витрат та вибору оптимального варіанта витрат на логістичні операції. Цей механізм повинен бути орієнтований на забезпечення найкращого поєднання інтересів та специфіки виробництва та його підрозділів з врахуванням впливу технічних, організаційних, економічних факторів як усередині, так і ззовні системи. Важлива роль при цьому належить саме оптимізаційним рішенням, наприклад, нормуванню партій поставок сировини, напівфабрикатів та встановленню оптимальних зв'язків між підрозділами і дільницями цехів. Прийняття і реалізація цих рішень впливають на формування та використання резервів економії матеріальних і фінансових ресурсів в діяльності підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сьогодні вже накопичено велику кількість теоретичних робіт та результатів практичної логістичної діяльності, які розглядають питання планування, управління і контролю матеріальних потоків виробничої діяльності підприємств. Ефективними вважають напрацювання щодо розрахунків потреб у матеріальних ресурсах та нормуванні їх витрат, а також нормування та управління запасами [1–7]. Так, до відомих методів визначення економічних розмірів замовлення запасів належать методи: Андлера [1], Харісона (або Уілсона) [2, 3]; моделі системи управління замовленням [6]: з фіксованою кількістю; з нульовим дефіцитом; з резервним запасом; з фіксованим часом. Всі ці методи і моделі не потребують розроблення складних управлінських заходів і передбачають оцінку потреб підприємств у матеріальних запасах на наступний рік з їх доставкою. Тобто ці методи дають змогу визначити загальну величину запасів без визначення запасів на операціях та дільницях. Управління ж матеріальними потоками на підприємстві

здійснюється на основі «тягнутих» та «виштовхуючих» систем [6], які забезпечують гнучкішу координацію дій підрозділів підприємства і відштовхуються від факту відсутності надлишкового запасу, коли виробляється тільки необхідна кількість замовлення споживача і виробнича програма окремої технологічної ланки визначається розміром замовлення наступної ланки, коли в замовленні виникає необхідність.

Серед вітчизняних науковців, які розглядали різні аспекти теорії та практики логістики у сфері виробничої діяльності, заслуговують на увагу роботи С.С. Гаркавенко, В. Герасимчука, Є.В. Крикавського, М. Окландера, Н.І. Чухрай та інших. Але слід зазначити, що всі напрацювання стосовно розрахунків потреб у матеріальних ресурсах не розглядають специфіки галузей (наприклад, електронної, радіотехнічної), де плануються технологічні втрати, вихід придатної продукції, а також не враховують можливість врахування регенераційних (відновних) процесів.

Постановка цілей

Дослідження теоретичних та прикладних проблем руху матеріально-фінансових потоків внутрішньовиробничих логістичних систем зумовлюють постановку таких цілей та завдань:

- Обґрунтувати та проаналізувати виникнення та сутність матеріальних і пов'язаних з ними фінансових логістичних потоків виробництва.
- Дослідити поведінку специфічних логістичних систем, в яких використовуються регенераційні (відновні) процеси.
- Встановити залежності, які дозволяють визначити нормативні витрати кожного напівфабрикату на одиницю (кінцевої) продукції або на одиницю напівфабрикату вищого порядку в логістичних системах з врахуванням коефіцієнтів технологічних втрат і коефіцієнтів регенерації.

Виклад основного матеріалу

Зараз проблема управління запасами з врахуванням всіх елементів витрат вирішується за допомогою економіко-математичних методів, які дають можливість визначити економічний розмір партії постачання та економічний обсяг партії виробництва продукції, а також мінімальні загальні витрати щодо створення й утримання виробничих запасів та запасів незавершеного виробництва, де об'єктами дослідження є система матеріальних, фінансових та інформаційних логістичних потоків.

Будь-який логістичний потік являє собою сукупність об'єктів, яка сприймається як єдине ціле, існує як процес на деякому часовому інтервалі і вимірюється в абсолютних одиницях за визначений період часу.

Параметри потоку – це параметри, що характеризують кількість об'єктів, які є в наявності у визначений момент часу і вимірюються в абсолютних одиницях.

Під матеріальним потоком розуміємо рух деталей, напівфабрикатів, товарно-матеріальних цінностей, що розглядається в процесі технологічних (обробні, складальні) операцій у визначений період часу.

Під фінансовим потоком в логістиці розуміємо спрямований рух фінансових коштів, які необхідні для забезпечення ефективного руху визначеного товарного потоку. Причому слід зауважити, що логістичний фінансовий потік – це спрямований рух фінансових ресурсів, який обумовлений необхідністю забезпечити переміщення відповідного товарного потоку. Рух фінансових ресурсів здійснюється як в логістичній системі, так і між нею і зовнішнім середовищем. Логістичні фінансові потоки неоднорідні за своїм складом, напрямком руху та призначенням, тому механізм фінансового обслуговування товарних потоків є найменш вивченим, а деякі питання щодо внутрішнього середовища не розглядаються зовсім.

Відносно конкретної логістичної системи розрізняють зовнішні і внутрішні фінансові потоки. Зовнішній фінансовий потік здійснюється у зовнішньому середовищі, тобто за межами логістичної системи. Внутрішній фінансовий потік існує в середині логістичної системи і змінюється за рахунок виконання з відповідним йому товарним потоком логістичних операцій. Тобто, коли здійснюється нормальний технологічний процес без втрат, на виході якого маємо придатну продукцію, тоді фінансовий потік представляє собою строго спрямований рух і має постійну величину у вигляді вартості матеріальних і трудових витрат.

Вхідний фінансовий потік надходить у логістичну систему, наприклад, на складальну дільницю із зовнішнього середовища у вигляді вартості матеріальних витрат сировини та напівфабрикатів.

Вихідний фінансовий потік продовжує існувати в зовнішньому середовищі при встановленні ціни на продукцію з врахуванням податків, транспортних витрат, а також можливих витрат на сервісне та ремонтне обслуговування.

Отже, в умовах нормального виробництва логістичні фінансові потоки можна класифікувати як:

1. Фінансові матеріальні потоки, що зв'язані з формуванням наростаючих матеріальних витрат в процесі виробництва (наприклад, власного виробництва).
2. Фінансові закупівельні потоки, що пов'язані з закупівлею купованої сировини, напівфабрикатів для конкретних операцій технологічного процесу.
3. Фінансові трудові потоки, що пов'язані з відтворенням робочої сили на операціях технологічного процесу.
4. Інвестиційні фінансові потоки, що пов'язані з додатковими капіталовкладеннями, наприклад, на освоєння нового виду продукції (звичайно, не в умовах фінансової кризи).
5. Фінансові потоки щодо продажу товарів.

Сумарна величина витрат на створення і зберігання запасів (фінансовий потік) складається з заготівельних витрат, витрат зберігання, втрат прибутку внаслідок закупівлі і зберігання запасів та інших витрат, які виникають внаслідок послідовного проходження матеріальних потоків через всі стадії виробництва.

Загальні витрати, пов'язані із створенням та утриманням запасів, містять суму витрат, що змінюються як у прямо пропорційній, так і в обернено пропорційній залежності від розміру поставок. Так, витрати зберігання та втрати прибутку внаслідок втрачених або не використаних можливостей змінюються в прямо пропорційній залежності, а заготівельні витрати змінюються в обернено пропорційній залежності [4–6] (рис. 1).

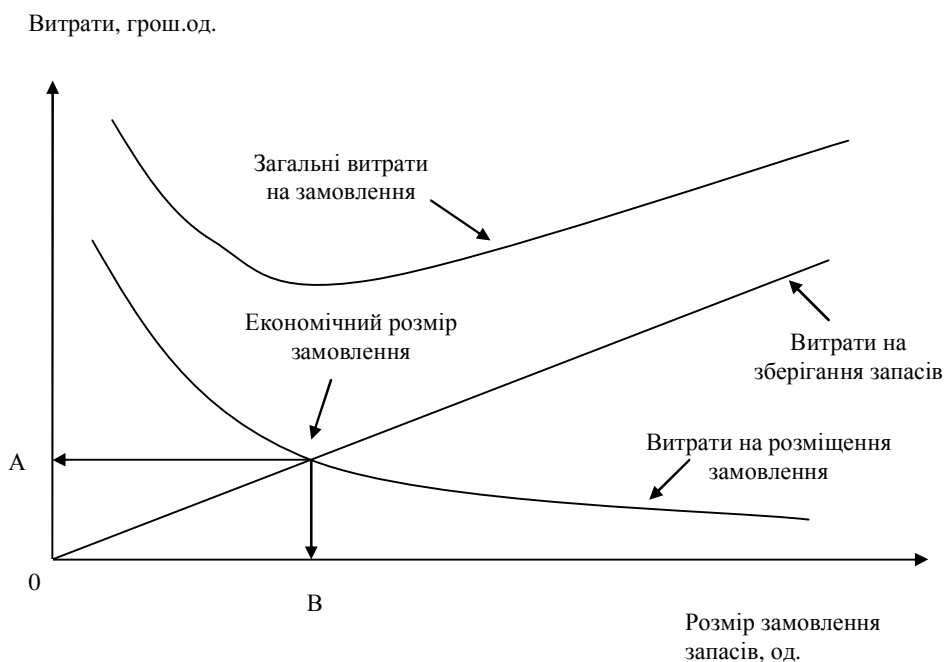


Рис. 1. Функціональна залежність витрат управління запасами від розміру замовлення запасів

На осі ординат відрізок OA дорівнює величині найменших загальних витрат, що зумовлені створенням та утриманням матеріальних запасів, а на осі абсцис – відрізок OB характеризує економічний розмір поставки, де економічний розмір поставки – це така кількість закуплених предметів постачання, яка мінімізує витрати, пов'язані з відновленням та збереженням виробничих запасів [4].

Під економічним обсягом партії виробництва розуміють кількість виготовленої продукції, яка мінімізує витрати, пов'язані з відновленням та збереженням незавершеного виробництва [4].

Мінімум запасу є рівнем, нижче якого запас не повинен знижуватися, тобто він є страховим резервом для відтворення непередбачених витрат матеріалів. Якщо страховий запас досягається при поповненні запасу економічним розміром партії поставки або економічним обсягом виробництва, тоді запас набуває максимального значення, яке не повинне перевищуватися.

Для визначення партії постачання використовується показник оптимального (економічного) розміру замовлення [7], який виражає потужність матеріального потоку, спрямованого постачальником за замовленням споживача і який забезпечує для останнього мінімальне значення суми двох логістичних складових: транспортно-заготівельних витрат на формування та збереження запасів.

Розглядаємо мікрологістичну систему, яка призначена для управління й оптимізації матеріальних і пов'язаних з ними фінансових потоків в процесі виробництва або постачання і збуту. Розрізняють внутрішні, зовнішні й інтегровані мікрологістичні системи, ми ж розглядаємо внутрішньовиробничу логістичну систему, яка оптимізує управління матеріальними потоками в межах технологічного циклу виробництва продукції. Якщо задано програму випуску продукції, то основними задачами внутрішньовиробничої логістичної системи є: ефективне використання матеріальних ресурсів, зменшення запасів матеріальних ресурсів і незавершеного виробництва, прискорення обертання оборотного капіталу, зменшення тривалості виробничого періоду, контроль та управління рівнем запасів матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва і готової продукції в складській системі виробника, оптимізація роботи технологічного (промислового) транспорту. Критеріями оптимізації функціонування внутрішньовиробничих логістичних систем вважають мінімальну собівартість продукції та мінімальну тривалість виробничого періоду при забезпеченні заданого рівня якості готової продукції. Мікрологістичні внутрішньовиробничі системи деталізуються до виробничих підрозділів підприємства: цехів, дільниць, робочих місць.

Розглядаємо внутрішньовиробничу логістичну систему як без втрат, так і з втратами з врахуванням регенераційних (відновних) процесів [8, 9].

Напівфабрикати, що надходять на кожну операцію основного виробничого процесу, будучи кондиційними (придатними) на її виході, передаються на наступну операцію, а при втраті кондиційності вважаються відновними або невідновними технологічними втратами. Відновні напівфабрикати передаються на дільницю регенерації, а невідновні вважаються кінцевими втратами (рис. 2).

Вихідні дані: k_j – нормативний коефіцієнт технологічних втрат (за входом) на j -й операції основного виробничого процесу, який виражає відношення різниці між кількостями вихідного та кондиційного напівфабрикату цієї операції до кількості вихідного напівфабрикату ($j = 0, 1, 2, \dots, n$); k'_j – нормативний коефіцієнт технологічних втрат (за входом) на j -й операції регенераційного процесу ($j = 1, 2, \dots, l$); r_j – нормативний коефіцієнт регенерації на j -й операції основного виробничого процесу ($j = 0, 1, 2, \dots, n$); r'_j – нормативний коефіцієнт регенерації на j -й операції регенераційного процесу ($j = 1, 2, \dots, l$).

Треба визначити нормативні витрати j -го напівфабрикату або виробу на одиницю i -го напівфабрикату або виробу ($i > j$, где $1 \leq i \leq n$, а $0 \leq j \leq n$).

Якщо на вході $(j+1)$ -ї операції основного виробничого процесу є m одиниць j -го напівфабрикату, тоді кількість кондиційних напівфабрикатів, одержаних після завершення цієї операції, буде $m(1 - k_{j+1})$.

Кількість некондиційних напівфабрикатів дорівнює $m \cdot k_{j+1}$, з яких $m \cdot k_{j+1} \cdot r_{j+1}$ підуть на регенерацію, а $m \cdot k_{j+1}(1 - r_{j+1})$ становитимуть невідновлювані технологічні втрати.

Кількість j -го напівфабрикату, перетвореного на кондиційний i -й напівфабрикат, дорівнюватиме: $m_{ji} = m(1 - k_{j+1})(1 - k_{j+2}) \dots (1 - k_i) = m \prod_{a=j+1}^i (1 - k_a)$.

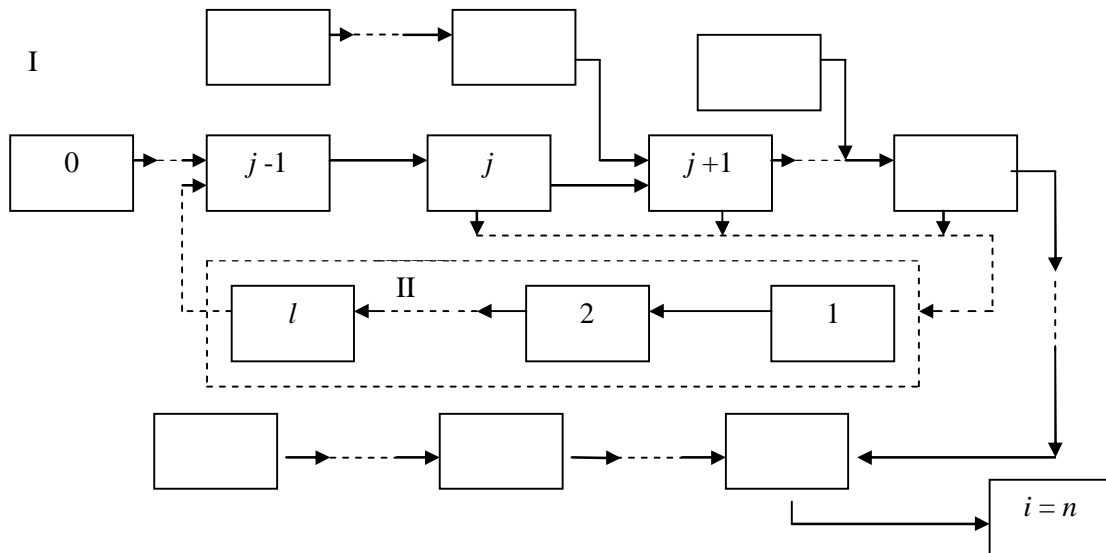


Рис. 2. Формалізована модель виробничого процесу з регенерацією: I – фрагменти основного виробничого процесу: 0, ..., j - 1, j, j + 1, ..., i = n – їх технологічні операції; II – регенераційний процес: 1, 2, ..., l-го технологічні операції; — — траєкторія руху кондиційних напівфабрикатів; - - - - траєкторія руху напівфабрикатів, що регенеруються і вже відрегенеровані (відновлені)

Якщо позначити $\prod_{a=j+1}^i (1 - k_a) = q_{1ji}$, то $m_{ji} = m \cdot q_{1ji}$, де m_{ji} – кількість кондиційного i -го

напівфабрикату на виході основного виробничого процесу; m – кількість одиниць j -го напівфабрикату на вході $(j + 1)$ -ї операції (кількість вхідного напівфабрикату); q_{1ji} – коефіцієнт виходу придатної продукції в основному виробничому ланцюгу після першого проходження оброблюваної партії j -х напівфабрикатів через технологічні операції $[(j + 1) \div i]$ основного виробничого процесу.

Кількість напівфабрикатів, які будуть відправлені на регенерацію, дорівнює: на $(j + 1)$ -ї операції – $m \cdot k_{j+1} \cdot r_{j+1}$; на $(j + 2)$ -ї операції – $m(1 - k_{j+1})k_{j+2} \cdot r_{j+2}$. Відповідно на i -й операції на регенерацію надійде $m(1 - k_{j+1})(1 - k_{j+2}) \dots (1 - k_{i-1})k_i r_i$ одиниць напівфабрикатів.

При перетворенні j -го напівфабрикату на i -й загальна нормативна кількість невідновлених технологічних втрат становитиме

$$d_{ji} = mk_{j+1}(1 - r_{j+1}) + m(1 - k_{j+1})k_{j+2}(1 - r_{j+2}) + \dots + m(1 - k_{j+1})(1 - k_{j+2}) \dots (1 - k_{i-1})k_i(1 - r_i) =$$

$$= m \sum_{b=j+1}^i k_b(1 - r_b) \prod_{a=j+1}^{b-1} (1 - k_a);$$

Якщо позначити $f_{1ji} = \sum_{b=j+1}^i k_b(1 - r_b) \prod_{a=j+1}^{b-1} (1 - k_a)$, тоді $d_{ji} = mf_{1ji}$, де d_{ji} – кількість

напівфабрикатів, яка буде в невідновлених технологічних втратах після першого проходження партії j -х напівфабрикатів через операції $[(j + 1) \div i]$ основного виробничого процесу; f_{1ji} – коефіцієнт невідновлених технологічних втрат в основному виробничому ланцюгу після першого проходження партії j -х напівфабрикатів, що обробляється, через всі операції $[(j + 1) \div i]$ основного виробничого процесу.

Оскільки технологічні втрати можуть супроводжувати і операції регенераційного процесу, то після одної регенерації на виході регенераційного ланцюгу буде одержано $mq'_0 = m(1-k'_1)(1-k'_2)\dots(1-k'_l)$ одиниць нульового напівфабрикату, де $q'_0 = \prod_{a=1}^l (1-k'_a)$; q'_0 – коефіцієнт придатної (відновленої) продукції в регенераційному ланцюгу.

На вхід регенераційного ланцюгу повернуться напівфабрикати, які містять $mq'_1 = mk'_1r'_1 + (1-k'_1)k'_2r'_2 + (1-k'_1)(1-k'_2)k'_3r'_3 + \dots + \prod_{a=1}^{l-1} (1-k'_a)k'_lr'_l$ одиниць нульового напівфабрикату, де $q'_1 = \sum_{b=1}^l k'_b r'_b \prod_{a=1}^{b-1} (1-k'_a)$; q'_1 – коефіцієнт відновлення технологічних втрат в регенераційному ланцюгу.

При першому проходженні партії відновлювальних напівфабрикатів через регенераційний ланцюг буде витрачено $m - mq'_1$ одиниць нульового напівфабрикату, а одержано $mq_0 = m(1-k_1)(1-k_2)\dots(1-k_n)$ одиниць придатної продукції, де $q_0 = \prod_{a=1}^n (1-k_a)$; q_0 – коефіцієнт придатної продукції в основному виробничому ланцюгу.

Напівфабрикати, що надходять на вхід регенераційного ланцюгу, матимуть $mq_1 = m \left[k_1 r_1 + (1-k_1)k_2 r_2 + \dots + \prod_{a=1}^{n-1} (1-k_a)k_n r_n \right]$ одиниць нульового напівфабрикату, де $q_1 = \sum_{b=1}^n k_b r_b \prod_{a=1}^{b-1} (1-k_a)$; q_1 – коефіцієнт відновлення технологічних втрат в основному виробничому ланцюгу.

Між величиною запуску матеріальних потоків і кількістю придатного продукту (випуском) існує прямо пропорційна залежність і встановлюється постійне співвідношення, покладене в основу формул для визначення коефіцієнтів запуску з врахуванням регенерації. Коефіцієнт запуску визначає відношення витрат будь-якого вихідного матеріалу або напівфабрикату до кількості придатного продукту, що виготовляється. Відношення кількості напівфабрикатів, відновлених у регенераційному ланцюгу, до кількості тих самих напівфабрикатів, що були на вході регенераційного ланцюгу, за умови, що регенераційний ланцюг працював до повного «очищення», називаємо коефіцієнтом повної регенерації (q_r). За визначенням коефіцієнта повної регенерації маємо

$$q_r = \frac{mq'_0}{m - mq'_1} = \frac{q'_0}{1 - q'_1}.$$

Після повної регенерації на вході першої позиції основного виробничого ланцюгу отримаємо $mq_1 q_r$ одиниць нульового напівфабрикату. Витрати $(m - mq_1 q_r)$ одиниць нульового напівфабрикату дають mq_0 одиниць кондиційного продукту.

Відношення витрат нульового напівфабрикату до кількості отриманого кондиційного продукту є величиною запуску нульового напівфабрикату (m_0): $m_0 = \frac{m - mq_1 q_r}{mq_0} = \frac{1 - q_1 q_r}{q_0}$.

Якщо позначити $q_1 q_r = q_2$, де q_2 – коефіцієнт повної регенерації основного виробничого і регенераційного процесів, тоді величина запуску нульового (початкового) напівфабрикату в логістичній системі матиме вигляд: $m_0 = \frac{1 - q_2}{q_0}$, де $q_2 = \frac{q_1 q'_0}{1 - q'_1}$.

Якщо регенераційний процес функціонує без витрат, тобто ($k'_j = 0$, $r'_j = 0$), то величина запуску нульового напівфабрикату в логістичній системі дорівнюватиме: $m_0 = \frac{1 - q_1}{q_0}$.

Визначення нормативних витрат у складі матеріальних та фінансових потоків характеризується особливо великою складністю та трудомісткістю, оскільки пов'язане з виконанням великої кількості обчислень, що чергуються, та логічних дій. Наприклад, прямі матеріальних витрат за різними калькуляційними статтями розраховують на принципово різній основі, зокрема, прямі матеріальні витрати визначаються за нормами витрат на всю продукцію, а прямі трудові витрати – з розрахунку на придатну продукцію кожного робочого місяця.

Висновки

Побудована економіко-математична модель формування матеріально-фінансових потоків виробничих процесів з регенерацією, кількісні показники якої дають можливість точніше планувати і регулювати запуск матеріалів і напівфабрикатів та випуск придатної продукції, обґрунтовано планувати потреби у виробничих ресурсах на задану виробничу програму, що дає можливість порівнювати результати виробництва з витратами ресурсів, а також забезпечувати встановлення більш обґрунтованих залежностей і зв'язків між технічними та економічними показниками виробничих процесів.

Перспективи подальших досліджень

Метою подальшого дослідження є проведення практичних порівняльних розрахунків визначення економічного розміру замовлення на основі відомих моделей та моделей, запропонованих автором, як з врахуванням, так і без врахування коефіцієнтів технологічних витрат і регенерації, а також їх матеріальних і трудових витрат.

1. *Экономическая стратегия фирмы. Учеб. пособ. / Под ред. А.П.Градова – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. Спец.лит., 1999. – 549 с.* 2. *Гаркавенко С.С. Маркетинг: Підручник – К.: Лібра, 2002. – 712 с.* 3. *Джонсон Дж, Вуд Д.Ф., Вордлоу Д.С., Мэрфи-мл.П.Р. Современная логистика. 7-ое изд. Пер. с англ. – М.: ИД «Вильямс», 2002. – 624 с.* 4. *Окландер М.А., Хромов О.П. Промислова логістика: Навч. посіб. – К.: Центр навч.літ., 2004. – 222 с.* 5. *Крикавський Є.В., Чухрай Н.І. Промисловий маркетинг і логістика: Навч. посібник. – Львів: Держ. ун-т «Львівська політехніка», 1998. – 307 с.* 6. *Тридід О.М., Таньков К.М. Логістичний менеджмен: Навч. посібник / За ред. О.М.Тридіда. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 224 с.* 7. *Пономарьова Ю.В. Логістика: Навч. посібник: Вид. 2-ге перероб. та доп. – К.: ЦНЛ, 2005. – 328 с.* 8. *Мороз Л.І. Моделирование производных процессов с регенерацией // Материали Міжнародної науково-практичної конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень та інформаційні технології». – Чернівці: Рута. – 2006. – С. 159–160.* 9. *Мороз Л.І. Моделирование производных процессов с регенерацией у радиоэлектронной галузі // Материали Міжнародної науково-практичної конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту». – Євпаторія: Вид-во Херсонського нац. техніч. ун-ту. – 2008. – Ч. 2. – С. 6–7.*