

УДК 658.8:005.511

Онешко Світлана Володимирівна

*кандидат економічних наук, доцент,
професор кафедри економіки і фінансів
Одеський національний морський університет*

Oneshko Svitlana

*PhD of Economic Sciences, Associate Professor,
Professor of Economics and Finance
Odesa National Maritime University
ORCID: 0000-0003-2313-3984*

**МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧО-
ЗБУТОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИКО-ОРІЄНТОВАНОГО
ПІДХОДУ**

**MODELING OF SUSTAINABLE FUNCTIONING OF PRODUCTION
AND SALES SYSTEMS ON THE BASIS OF LOGISTICS-ORIENTED
APPROACH**

***Анотація.** За допомогою використання логістико-орієнтованого проектування промислове підприємство розглядається як цілісна типова виробничо-збутова система, для якої можливо створення бази статистичних даних, що дозволило аналізувати перетворення потоків у аналогічних системах, а проектувальник зможе робити висновки про емпіричні закони цього перетворення й дослідним шляхом отримувати формалізований оператор. Промислове підприємство розглянуто як виробничо-збутову систему, яка має у своєму складі три принципіальні функціональні підсистеми – матеріально-технічного забезпечення, виробництва й збуту. Логістико-орієнтоване проектування такої системи*

розуміє під собою оптимальну організацію та ефективне управління рухом матеріальних потоків, що допомагає вирішувати завдання системного аналізу й синтезу у межах цього підходу з урахуванням вимог комплексного підходу до організації руху потоків, а також його розгляд від джерел їх виникнення до кінцевих пунктів споживання. Сформовано методологічне підґрунтя для забезпечення високої загальносистемної ефективності формування технічних систем. Кінцевою ціллю логістико-орієнтованого проектування є отримання у повній мірі формалізованого уявлення виробничо-збутової системи у складі логіки потоків і операторів їх перетворень, що дозволило відстежувати вплив змін будь-якого фактору на загальносистемну ефективність господарської діяльності. В узагальненому вигляді виробничо-збутова система представлена таким чином: забезпечення необхідної доходності діяльності системи, забезпечення організаційно-економічної стійкості системи, оптимізацію рівня сервісу споживачів системи. Логістико-орієнтоване проектування має ключові етапи. Дослідження розпочинається з формування найпростішої моделі, надалі здійснюється проектування системи на основі аналізу руху та перетворення в системі потоків. На базі цього будується формалізована модель системи та формується система обмежень для значень параметрів потоків та операторів. На їх основі за допомогою моделювання сценаріїв розвитку ситуації у зовнішньому середовищі оцінюється вплив зміни окремих параметрів на підсумкові результати функціонування системи загалом. Останній етап реалізує функцію зворотного зв'язку для оцінки доцільності побудови системи з урахуванням розробленого проєкту.

Ключові слова: *система, логістика, виробництво, збут, потік, ефективність, управління, структура, модель, проектування.*

Summary. *With the use of logistics-oriented design, the industrial enterprise is considered as an integral typical production and sales system, for which it is possible to create a statistical database, which allows to analyze the transformation of flows in similar systems, and the designer can draw conclusions about the empirical laws of this transformation get a formalized operator. The industrial enterprise is considered as a production and marketing system, which consists of three basic functional subsystems – logistics, production and sales. Logistic-oriented design of such a system implies optimal organization and effective management of material flows, which helps to solve problems of systems analysis and synthesis within this approach, taking into account the requirements of an integrated approach to the organization of flows, as well as its consideration from source to final points of consumption. The methodological basis for ensuring high system-wide efficiency of formation of technical systems is formed. The ultimate goal of logistics-oriented design is to obtain a fully formalized view of the production and marketing system as part of the logic of flows and operators of their transformations, which tracked the impact of changes in any factor on system-wide economic efficiency. In generalized form, the production and marketing system is presented as follows: ensuring the necessary profitability of the system, ensuring organizational and economic stability of the system, optimizing the level of service to consumers of the system. Logistics-oriented design has key stages. The research begins with the formation of the simplest model, then the system is designed based on the analysis of motion and transformation in the system of flows. Based on this, a formalized model of the system is built and a system of constraints for the values of flow parameters and operators is formed. Based on them, the impact of changes in individual parameters on the final results of the system as a whole is estimated by modeling scenarios of the situation in the external environment. The last stage implements the feedback function to assess the feasibility of building a system based on the developed project.*

Key words: *policy, system, logistics, production, sales, flow, efficiency, management, structure, model, projection.*

Постановка проблеми. Національна економічна стратегія, пропонуючи розвиток вітчизняної промисловості на основі концепції «Індустрія 4.0» (напрям 10), констатує, що відбувається розрив виробничих ланцюгів та втрата частини ринків збуту, що призводить до падіння обсягів виробництва [1]. Вона ставить одним із завдань підвищення ефективності промислових підприємств на основі: «стимулювання підприємств до заходів системного підвищення ефективності роботи; сприяння створенню максимально повного циклу виробництва; перегляд існуючих дозвільних процедур у сфері промисловості» [1]. Така постановка завдання змушує до пошуку нових, більш ефективних заходів управління промисловим виробництвом та його логістичним забезпеченням. Логістико-орієнтоване проектування передбачає побудову виробничо-збутових систем (ВЗС) на основі розв'язання задачі оптимальної організації руху та перетворення у цих системах потоків різної природи. Система тут розуміється як сукупність об'єктів, що звертає набір вхідних потоків у набір потоків, що виходять за допомогою цілеспрямованої зміни їх властивостей, структури та характеру руху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час проведення цього дослідження авторкою була звернена увага на праці таких фахівців: Д. Бауерсокс, Д. Клос, М. Купер, Дж. Бауерсокс [2], В. Бондаренко [3], А. Буяк [4], М. Веселевський і Р. Патора [5], Ю. Гу та С. Донг [6], В. Захарченко [7], Є. Крикавський [8], Л. Кустріч [9], М. Оксандер і Н. Меджибовська [10], Ю. Пономарьова [11], О. Сумець [12; 13], І. Федькович [14].

Так, у роботах [2; 6] робиться наголос на тому, що в умовах коливань ринкового середовища будь-якої компанії необхідно, щоб господарська стратегія не відставала від змін на ринку і тому потрібна методологія

систематичного планування й проектування логістичної системи, яка дозволяє враховувати обставини, що виникають, і оцінювати альтернативи майбутнього розвитку подій. Зі свого боку А. Буяк сучасну логістику уявляє собі як складову інноваційного процесу [4]. В. Захарченко радить логістичним менеджерам «... створення і налагоджування таких систем управління потоками матеріальних ресурсів, які завершують стійкий стан виробництва і запасів готової продукції, які б слугували опорою для ділової безпекорієнтованої стратегії суб'єкта господарювання та належному обслуговуванні споживачів [7, с. 145]. Л. Кустрич стверджує, що «Актуальність та ефективність інноваційного логістичного підходу відображається в підвищенні ролі єдиної організуючої основи по відношенню до всіх видів господарської діяльності» [9, с. 12]. М. Оксандер і Н. Меджибовська підкреслюють: «Структурне реформування МТЗ повинно вписуватися у загальносистемну структуру служби логістики як інтегральний орган управління матеріальним потоком підприємства» [10, с. 26]. І. Федькович зосереджує увагу: «Серед принципів логістичного управління можна виокремити такі: системність і комплексність, які полягають в управлінні всіма потоковими процесами у взаємодії та узгодженості окремих етапів бізнес-процесів з метою оптимізації всієї логістичної системи» [14, с. 111]. В. Бондаренко наполягає, що «... уміле використання поєднання маркетингу і логістики дозволить приймати швидкі та раціональні рішення щодо забезпечення ефективної взаємодії між внутрішнім та зовнішнім середовищами підприємства» [3, с. 44]. Є. Крикавський визначає: «Ефективність можна вимірювати в певний момент часу стосовно великої кількості тих аспектів, через які ця діяльність проявляється: час переміщення усіх видів запасів; мінімізація їхнього рівня; забезпечення найнижчого, але акцептованого рівня логістичних витрат» [8, с. 22]. О. Сумець робить наголос на тому, що економічну ефективність логістичної діяльності слід оцінювати певною сукупністю фінансових

показників [12, с. 19; 13, с. 41]. Ю. Пономарьова підкреслює, що у логістичному підході головну роль відіграє не продукт, а процес у формі потоку [11, с. 9]. М. Веселевський і Р. Патора, аналізуючи інформаційне та кадрове забезпечення логістичних систем, підкреслюють: «Істотним чинником реалізації заходів, спрямованих на збільшення економічної ефективності виробництва й збуту, можна вважати логістику» [5, с. 27].

Формування цілей статті. Метою цього дослідження є: використовуючи інструмент логістико-орієнтованого проєктування і розглядаючи промислове підприємство як виробничо-збутову систему, яка має принципіально три функціональні підсистеми та три рівні управління, запропонувати формалізовану модель системи, що формується системою обмежень для значень параметрів потоків і операторів, на основі яких за допомогою моделювання сценаріїв розвитку ситуацій у зовнішньому середовищі оцінюється вплив окремих параметрів на підсумкові результати функціонування системи в цілому.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наявність та необхідність досягнення загальносистемних цілей при здійсненні логістико-орієнтованого проєктування обумовлюють дедуктивний принцип, закладений в його основі, який означає рух від загального до часткового, тобто від загальних цілей та критеріїв – до локальних. З цього випливає, що розробник повинен бути готовий знехтувати інтересами будь-якої окремої функціональної підсистеми або процесу задоволення більш загальних системних інтересів.

Таким чином, найпростіша модель системи на першій стадії наближення може бути побудована за принципом «чорного ящика», коли система сприймається як певна неподільна сутність, внутрішня організація якої прихована від дослідника. Таке уявлення системи продемонстровано на рис. 1.

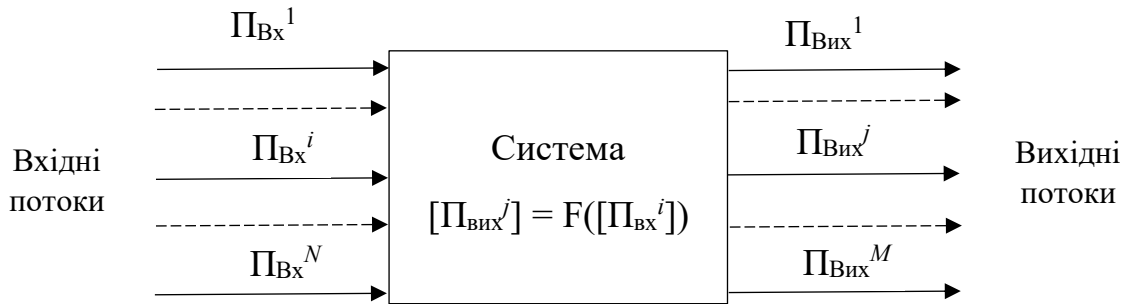


Рис. 1. Перетворення потоків у виробничо-збутовій системі підприємства

Джерело: уявлення автора

На цій схемі набір вхідних потоків $[П_{вх}^i]$, де $i = 1 \dots N$, за деяким законом перетворення $Y = F(X)$ перетворюється на набір вихідних потоків $[П_{вих}^j]$, де $j = 1 \dots M$. Відповідно загальна формула перетворення потоків у системі може бути представлена таким чином:

$$FП_{вх} \rightarrow П_{вих}. \quad (1)$$

У формулі (1) оператор F звертає набір вхідних потоків $П_{вх}$ на набір $П_{вих}$. Набори потоків можуть бути представлені у матричній формі при присвоєнні кожному потоку ряду формалізованих атрибутів.

Даний прийом моделювання особливо ефективний у разі проектування типових систем, для яких можливе створення бази статистичних даних: аналізуючи перетворення потоків у аналогічних системах, проєктувальник може робити висновки про емпіричні закони цього перетворення і, зрештою, досвідченим шляхом отримати оператор F .

Що стосується економічних систем основу вихідних даних проектування найчастіше становлять вимоги до потоків на виході системи, тобто потоків, які нею фактично виробляються. Це пов'язано з об'єктивними законами ринкової економіки, які фіксують первинність потреб і відповідно попиту щодо виробництва й відповідно до пропозиції тих чи інших товарів та послуг. Зрештою, саме попитом визначаються склад, потужність та інші характеристики вихідних потоків. Таким чином, вимоги, що накладаються на потоки, що виходять, визначають вимоги до потоків на вході системи.

З погляду сучасної логістичної науки будь-яке підприємство сфери матеріального виробництва може бути розглянуто як деяка виробничо-збутова система, що має три важливі функціональні підсистеми: постачання (матеріально-технічне забезпечення), виробництво та збут.

Логістико-орієнтоване проєктування ВЗС передбачає оптимальну організацію та ефективне управління рухом матеріальних потоків. Це означає, що будь-які завдання системного аналізу та синтезу в рамках логістико-орієнтованого проєктування повинні вирішуватися з урахуванням вимог комплексного підходу до організації руху потоків, що передбачає його розгляд від джерел їх безпосереднього виникнення до кінцевих пунктів споживання. Отже, під час проєктування системи необхідно насамперед здійснити формування методологічного фундаменту задля забезпечення у результаті високої загальносистемної ефективності її функціонування.

Розглянемо рух потоків у ВЗС. У загальному випадку на вході до системи ми маємо потоки закупівель сфери матеріально-технічного забезпечення, тобто сировину, матеріали, комплектуючі, засоби виробництва та супутні їм фінансові та інформаційні потоки, а на виході – потоки сфери збуту й у першу чергу потік постачання готової продукції. Природа потоків визначається як предметною областю господарської сфери діяльності ВЗС, так і ступенем її функціональної диверсифікованості. Структурні та динамічні характеристики потоків у свою чергу безпосередньо залежать від їхньої природи.

Укрупнена структура потоків ВЗС зображено на рис. 2, де потоки закупівель (Π^3) за допомогою руху транспортної мережі потрапляють у підсистему матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) ВЗС. У підсистемі МТЗ характер руху вхідних потоків змінюється, і вони перетворюються на потоки забезпечення виробництва (Π^{3B}), вертикальні лінії на стрілці потоків відображають наявність накопичувальної фази в їхньому русі.

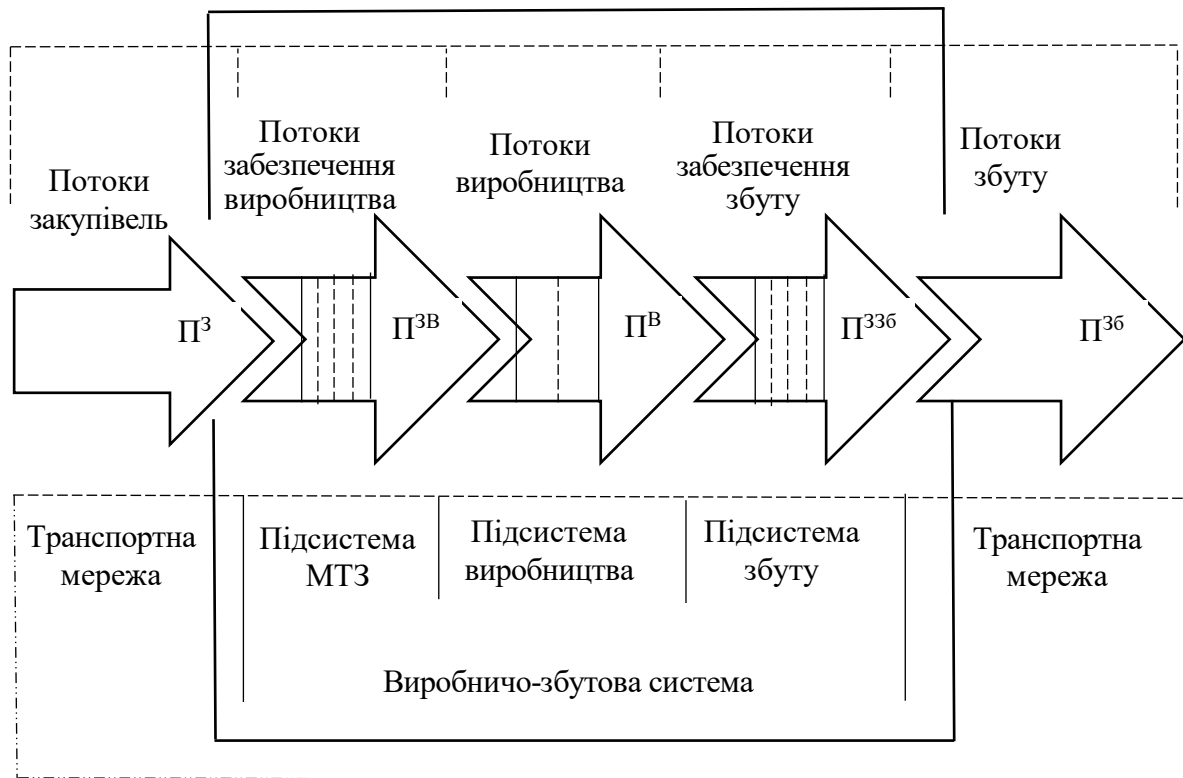


Рис. 2. Узагальнена структура потоків у виробничо-збутовій системі промислового підприємства

Джерело: уявлення автора

Потоки забезпечення виробництва потрапляють у підсистему виробництва, уможливаючи появу потоків виробництва (Π^B). Тут вертикальні лінії несуть аналогічне смислове навантаження з тією відмінністю, що у підсистемі виробництва накопичення у загальному випадку відбувається неодноразово з проходження потоками окремих стадій виробництва та реалізується у вигляді міжцехових заділів.

Потоки з підсистеми виробництва надходять у підсистему збуту, де також відбувається накопичення, утворюючи потоки забезпечення збуту ($\Pi^{ЗЗБ}$), і після певної підготовки вони перетворюються на потоки збуту ($\Pi^{ЗБ}$) які, знову ж таки за допомогою руху транспортної мережі, потрапляють до їх проміжного або кінцевого споживачеві.

Як було зазначено, моделювання функціонування системи з технології «чорний ящик» дозволяє сформувати емпіричну базу контролю

результатів, одержуваних на наступних етапах проектування. У ході його подальшого здійснення ці етапи дадуть можливість дедалі глибше проникати в предметну область та побудувати внутрішню інфраструктуру системи.

Розглянемо процес утворення та руху потоків на конкретному прикладі. Апробація запропонованого у дослідженні підходу відбувалася на ПАТ «Одескабель», яке отримує сировину з Японії, а більшість виробленої продукції відвантажується на експорт. Припустимо, що деяка довільна ВЗС закуповує у постачальників сировину, матеріали, напівфабрикати та комплектуючі для певного типу промислових виробів, які згодом збуваються споживачеві у необхідній кількості. Процес виробництва забезпечується завдяки придбанню та підтримці у справному функціональному стані деяких засобів виробництва. Брак та зношені засоби продукції утилізуються.

Найпростіша модель даної ВЗС та принципова схема руху потоків у ній проілюстровані на рис. 3. Слід врахувати, що цей приклад є абстрактним і не розглядає багато допоміжних процесів і потоків, що в них утворюються.

Умовними позначеннями на рис. 3 виступають:

P_1^3 – потік закупівель основних засобів виробництва (верстати, агрегати, технологічні пристрої та пристрої тощо);

P_2^3 – потік закупівель комплектуючих основних засобів виробництва (інструмент, деталі та вузли машин тощо);

$P_3^3 - P_6^3$ – потоки закупівель ресурсів: сировини та матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів відповідно;

$P_1^{3B} - P_2^{3B}$ – потоки забезпечення виробництва засобами виробництва та їх комплектуючими відповідно; дані потоки також, як і потоки ресурсів, розподіляються між окремими виробничими стадіями, але для наочності на цій схемі вони відносяться до всієї виробничої підсистеми загалом; прийmemo умовно, що вони є вхідними першої виробничої стадії, чому

відповідають стрілки з пунктирними лініями (фізичний сенс у цьому, що виробництво не починається, якщо хоча б одна з стадій не укомплектована засобами виробництва);

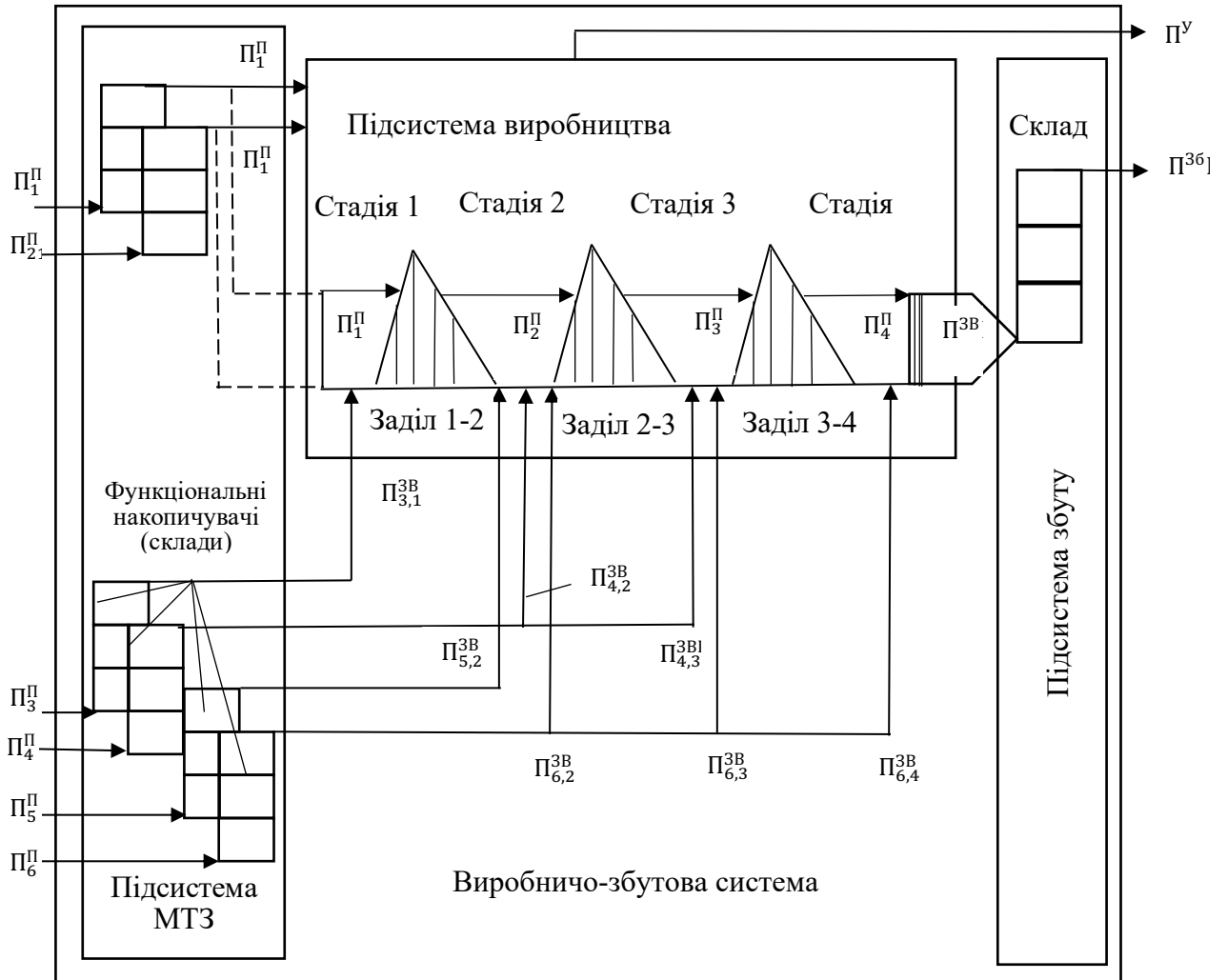


Рис. 3. Умовна структурна модель руху потоків у виробничо-збутовій системі промислового підприємства

Джерело: уявлення автора

$\Pi_{3,1}^{ЗВ} - \Pi_{6,4}^{ЗВ}$ – потоки забезпечення стадій виробництва 1–4 ресурсами (сировиною та матеріалами, напівфабрикатами та комплектуючими виробів відповідно);


$\Pi_1^В - \Pi_4^В$ – потоки виробництва на відповідній стадії 1–4;


$\Pi^{ЗВ}$ – потік забезпечення збуту (надходження вироблених виробів

складу готової продукції);

Π^{36} – потік збуту (постачання готової продукції споживачеві);

Π^Y – потік утилізації браку та зношених засобів виробництва; потік утилізації складається з кількох потоків, що надходять з різних стадій виробництва, але так само, як і у випадку з потоками забезпечення виробництва основними засобами, він для зручності прийнятий унітарним і належить до всієї виробничої підсистеми в цілому;

 – умовне позначення виробничих заділів між різними стадіями (тут передбачається пряма послідовність їх виконання);

 – умовне позначення накопичувачів (складів) засобів виробництва, ресурсів та готової продукції.

Загальне правило перетворення потоків за формулою (1) для даної ВЗС виглядатиме таким чином:

$$F\{\Pi_1^3, \Pi_2^3, \Pi_3^3, \Pi_4^3, \Pi_5^3, \Pi_6^3\} \rightarrow \{\Pi^Y, \Pi^3\}. \quad (2)$$

Побудуємо систему операторів перетворень $F^{(i)}$, рухаючись у напрямку від потоків, що виходять, до вхідних:

$$F^1 \Pi^{03} \rightarrow \Pi^{36}; \quad (3)$$

$$F^2 \Pi_4^B \rightarrow \Pi^{03}; \quad (4)$$

$$F^3\{\Pi_3^B, \Pi_{6,4}^{OB}\} \rightarrow \Pi_4^B; \quad (5)$$

$$F^4\{\Pi_2^B, \Pi_{6,3}^{OB}, \Pi_{4,3}^{OB}\} \rightarrow \Pi_3^B; \quad (6)$$

$$F^5\{\Pi_1^B, \Pi_{5,2}^{OB}, \Pi_{4,2}^{OB}, \Pi_{6,2}^{OB}\} \rightarrow \Pi_2^B; \quad (7)$$

$$F^6\{\Pi_1^{OB}, \Pi_2^{OB}, \Pi_{3,1}^{OB}\} \rightarrow \Pi_1^B; \quad (8)$$

$$F^7 \Pi_1^3 \rightarrow \Pi_1^{OB}; \quad (9)$$

$$F^8 \Pi_2^3 \rightarrow \Pi_2^{OB}; \quad (10)$$

$$F^9 \Pi_3^3 \rightarrow \Pi_{3,1}^{OB}; \quad (11)$$

$$F^{10} \Pi_4^3 \rightarrow \Pi_{4,2}^{OB}; \quad (12)$$

$$F^{11} \Pi_4^3 \rightarrow \Pi_{4,3}^{OB}; \quad (13)$$

$$F^{12} \Pi_5^3 \rightarrow \Pi_{5,2}^{OB}; \quad (14)$$

$$F^{13} \Pi_6^3 \rightarrow \Pi_{6,2}^{OB}; \quad (15)$$

$$F^{14} \Pi_6^3 \rightarrow \Pi_{6,3}^{OB}; \quad (16)$$

$$F^{15} \Pi_6^3 \rightarrow \Pi_{6,4}^{OB}; \quad (17)$$

З виразів (8) – (11) отримуємо:

$$F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\} \rightarrow \Pi_1^B. \quad (18)$$

З виразів (7), (18), (14), (12) та (15) маємо:

$$F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\} \rightarrow \Pi_2^B. \quad (19)$$

З виразів (6), (19), (16) та (13) аналогічним чином отримуємо:

$$F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, \Pi_1^3, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3\} \rightarrow \Pi_3^B. \quad (20)$$

З виразів (5), (20) та (17) аналогічним чином отримаємо:

$$F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3, F^{(15)}\Pi_6^3\} \rightarrow \Pi_4^B. \quad (21)$$

Далі з виразів (21), (4) та (3) маємо:

$$F^{(2)}\{F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3, F^{(15)}\Pi_6^3\}\} \rightarrow \Pi^{OB}, \quad (22)$$

і в результаті:

$$F^{(1)}\{F^{(2)}\{F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3, F^{(15)}\Pi_6^3\}\}\} \rightarrow \Pi^3, \quad (23)$$

Відповідно до наведеного опису прийнемо, що потік утилізації Π^Y визначатиметься потоками виробництва $\Pi_1^B - \Pi_4^B$:

$$F^{(16)}\{\Pi_1^B, \Pi_2^B, \Pi_{13}^B, \Pi_{14}^B\} \rightarrow \Pi^Y, \quad (24)$$

Тоді з виразів (24), (18), (19), (20) та (21) отримаємо:

$$\begin{aligned} & F^{(16)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, \\ & F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, \\ & F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, \\ & F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3\}, F^{(15)}\Pi_6^3\}\} \rightarrow \Pi^Y \quad (25) \end{aligned}$$

Таким чином, підсумковий вираз (2) для оператора F набуде вигляду:

$$\begin{aligned} & F\{\Pi_1^3, \Pi_2^3, \Pi_3^3, \Pi_4^3, \Pi_5^3, \Pi_6^3\} \rightarrow \{F^{(16)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, \{F^{(8)}\Pi_2^3 \\ & F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, \\ & F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, \\ & F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3\}, F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, \\ & F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3\}, F^{(15)}\Pi_6^3\}\}, \\ & F^{(1)}, \{F^{(2)}\{F^{(3)}\{F^{(4)}\{F^{(5)}\{F^{(6)}\{F^{(7)}\Pi_1^3, F^{(8)}\Pi_2^3, F^{(9)}\Pi_3^3\}, F^{(12)}\Pi_5^3, \\ & F^{(10)}\Pi_4^3, F^{(13)}\Pi_6^3\}, F^{(14)}\Pi_6^3, F^{(11)}\Pi_4^3\}, F^{(15)}\Pi_6^3\}\}\}\}. \quad (26) \end{aligned}$$

Наступні етапи проєктування вимагають подальшої деталізації потоків та поглиблення спеціалізації (і, отже, збільшення числа) операторів, що використовуються. При цьому у дослідника не може бути гарантії, що підсумкове вираження перетворення потоків, що описує діяльність всієї ВЗС у цілому, можна буде представлено у формальній семантиці лінійної алгебри. Це пов'язано як зі складністю природи самих потоків, так і ще більшою складністю дії операторів.

Розглянемо окремий потік. Наприклад візьмемо потік постачання комплектуючих виробів. Припустимо, що ВЗС використовує у виробництві

k типів комплектуючих і кожен із цих типів поставляється в підсистему МТЗ окремої ВЗС – постачальником.

У такому разі потік поставок відразу перетворюється на мультипотік з джерелами руху k і одним споживачем. При цьому на вході в підсистему МТЗ потік розподіляється за відповідними функціональними накопичувачами, яких може бути безліч, а отже, можна вважати, що маємо кілька споживачів, що знаходяться в одній географічній точці.

Крім цього, сама природа даного потоку комплексна: він є комбінованим, оскільки кожній поставці відповідає сукупність деякої кількості одиниць виробу, що доставляється, транспортного засобу (ТЗ), що використовується при доставці, оператора цього ТЗ і пакета товаросупровідної документації. Стосовно описаного прикладу для потоку закупівель комплектуючих виробів для деякого інтервалу T отримаємо:

$$\Pi_6^3 = [\Pi_i^k], \quad (27)$$

де $[\Pi_i^k]$ – i -а постачання k -го типу виробів, $i = 1 \dots n$, n – змінна величина, що залежить від інтенсивності виробництва;

$$[\Pi_i^k] = \{S_i^k, t_i^{k,S}, F_i^k, t_i^{k,F}, TЗ_i^k, Q_i^k\}, \quad (28)$$

де S_i^k – пункт відправлення (фізична адреса);

$t_i^{k,S}$ – момент відправлення;

F_i^k – пункт призначення (конкретний багатофункціональний накопичувач);

$t_i^{k,F}$ – момент прибуття;

$TЗ_i^k$ – тип транспортного засобу, який використовується для здійснення доставки;

Q_i^k – кількість поставлених одиниць.

Крім цих базових характеристик, для кожного окремого постачання можливе введення ряду допоміжних, таких як відповідність числа

доставлених одиниць кількості замовлених, відставання/випередження запланованого моменту доставки за часом тощо.

За наявності великої кількості поставок, що здійснюються на регулярній основі, що власне і перетворює набір поставок на потік, з'являються можливість ввести характеристики для потоку в цілому: у загальному випадку це потужність та інтенсивність потоку. У цьому прикладі:

$P^k \Pi_6^3$ – потужність потоку закупівель k -го типу комплектуючих;

$PS^k \Pi_6^3$ – інтенсивність потоку закупівель k -го типу комплектуючих.

Таким чином, потік знаходить набір формалізованих атрибутів, що дозволяють здійснювати над ним деякі математичні дії, для чого необхідно провести формалізацію використовуваних у перетворенні операторів в рамках тієї ж логіки висловлювань і семантики уявлення.

Наприклад розглянемо забезпечення виробництва комплектуючих на 2-й стадії (потік $\Pi_{6,2}^{OB}$). Цей потік можна також описати за допомогою двох атрибутів:

$I(\Pi_1^B)$ – інтенсивність потоку виробництва на 1-й стадії;

(N_2^k) – норма споживання k -го типу комплектуючих на 2-й стадії.

Відповідно до виразу (7) $F^5\{\Pi_1^B, \Pi_{5,2}^{OB}, \Pi_{4,2}^{OB}, \Pi_{6,2}^{OB}\} \rightarrow \Pi_2^B$. Далі, після атрибуції всіх потоків, що входять у цей вираз, можна буде формалізовано уявити і сам оператор F^5 у вигляді послідовності матричних перетворень, до яких можливе застосування апарату лінійної алгебри.

Ідеальною кінцевою метою логістико-орієнтованого проектування є отримання повністю формалізованого представлення ВЗС у логіці потоків та операторів їх перетворень, що дозволить відслідковувати вплив зміни того чи іншого фактору на загальносистемну ефективність господарської діяльності ВЗС.

Як було зазначено, рух у процесі проектування слід здійснювати від постановки спільних цілей і критеріїв функціонування системи до постановки локальних. У кожному окремому випадку система цілей та критеріїв є унікальною, але загальні вимоги до систем даного класу залишаються незмінними. Укрупнено ВЗС можна таким чином:

- забезпечення необхідної прибутковості діяльності системи;
- забезпечення організаційно-економічної стійкості системи;
- оптимізація рівня обслуговування споживачів системи.

Висновок. Отже, процес проведення логістико-орієнтованого проектування виробничо-збутової системи можна поділити на кілька ключових етапів.

На першому етапі відповідно до вимог до потоків на виході системи, що визначаються кон'юнктурою та динамікою ринку, формуються базові вимоги до структури та складу потоків на вході системи, а також розробляється система загальних цілей та критеріїв функціонування системи.

На другому етапі відповідно до предметної області здійснюється проектування системи на основі аналізу руху та перетворення в системі потоків. Проводяться формалізація та атрибуція всіх потоків та операторів їх перетворень, що дозволяє отримати повністю формалізоване уявлення системи та побудувати комплексну модель її функціонування.

На третьому етапі будується формалізована модель системи та формується система обмежень для значень параметрів потоків та операторів. На їх основі за допомогою моделювання сценаріїв розвитку ситуації у зовнішньому середовищі оцінюється вплив зміни окремих параметрів на підсумкові результати функціонування системи загалом. Здійснюється пошук таких значень цих параметрів, які дозволять досягти оптимальних значень відповідно до критеріїв, сформульованих на першому

етапі, та забезпечити заданий рівень стійкості та прибутковості від діяльності системи.

Останній етап реалізує функцію зворотного зв'язку, дозволяючи розробнику оцінити доцільність побудови системи з урахуванням розробленого проєкту. Окремі процеси та перетворення, що знижують обернену ефективність, мають бути переглянуті, а відповідні елементи системи – перепроєктовані. Таким чином, цей етап передбачає внесення коректив до проєкту та побудованої моделі для досягнення більш високих значень результируючих показників.

Дослідження проведено у межах виконання НДР «Конкурентна розвідка в безпекоорієнтованому управлінні інноваційно-інвестиційним розвитком підприємств стратегічного значення для національної економіки і безпеки держави» (№ ДР 0119U002005).

Література

1. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*. 2021. №45. С. 8–36.
2. Bowersox D. J., Closs D. J., Cooper M. B., Bowersox J. C. *Supply Chain Logistics Management*. 5th edition. McGraw-Hill, 2020. 481 p.
3. Бондаренко В. М. Формування взаємозв'язків маркетингу та логістики в підприємницькій діяльності. *Ефективна економіка*. 2015. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4454>
4. Буяк А. Сучасна логістика та методи управління ланцюгами поставок. *Економічний вісник НГУ*. 2013. №1(41). С. 133–144.
5. Веселевский М., Патора Р. Інформація та кадри в логістичних системах: монографія. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2001. 272 с.
6. Gu Y., Dong S. Logistics Cost Management from the Supply Chain Perspective. *Journal of Service Science and Management*. 2016. № 9. P.

229–232. doi: 10.4236/jssm.2016.93028

7. Логістичне забезпечення безпекоорієнтованого розвитку інноваційно-активних суб'єктів господарювання: колективна монографія : відповід. ред. В. І. Захарченко. Одеса: Фенікс, 2021. 152 с
8. Крикавський Є. В., Похильченко О. А. Ефективність логістики: дефініції понять та підходи до оцінювання. *Логістика: проблеми и решения*. 2019. №6 (85). С. 20–25.
9. Кустріч Л. О. Логістичні новації як основа управління підприємством. *Економіка та держава*. 2020. №2. С. 10–14.
10. Окландер М., Меджибовська Н. Трансформація системи постачання промислових підприємств. *Економіка України*. 2011. №11. С. 20–29.
11. Пономарьова Ю. В. Логістика: навчальний посібник. Київ : ЦУЛ, 2005. 328 с.
12. Сумець О. М. Логістичні фінансові потоки: визначення місця утворення, класифікація. *Логістика: проблеми и решения*. 2019. №4(83). С. 18–24.
13. Сумець О. М. Сучасні підходи до визначення ефективності логістичної діяльності підприємства та її оцінювання. *Логістика: проблеми и решения*. 2019. №6(85). С. 32–42.
14. Федькович І. В. Удосконалення логістичної діяльності на підприємстві. *Економіка та держава*. 2018. №1. С. 111–113.

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine (2021). «Natsionalna ekonomichna stratehiia na period do 2030 roku», *Uryadovyj kur'yer*, № 45. S. 8–36 [in Ukrainian].
2. Bowersox D. J., Closs D. J., Cooper M. B., Bowersox J. C. (2020). *Supply Chain Logistics Management*. 5th edition. McGraw-Hill. 481 p. [in English].
3. Bondarenko V. M. (2015). *Formuvannia vzaiemozviazkiv marketynhu ta*

lohistyky v pidpriumnytskii diialnosti. *Efektivna ekonomika*, № 7, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4454> (accessed 27 April 2022) [in Ukrainian].

4. Buiak A. (2013). Suchasna lohistyka ta metody upravlinnia lantsiuhamy postavok. *Ekonomichnyi visnyk NHU*, № 1(41). S. 133–144. [in Ukrainian].
5. Veselevskiy M., Patora R. (2001). Informatsiia ta kadry v lohistychnykh systemakh : monohrafiia. Lviv: Vydavnytstvo NU «Lvivska politekhnika», 272 p. [in Ukrainian].
6. Gu, Y. and Dong, S. (2016). Logistics Cost Management from the Supply Chain Perspective. *Journal of Service Science and Management*, 9, pp. 229–232. doi: 10.4236/jssm.2016.93028 [in English].
7. Zakharchenko V. I. ta in. (2021). Lohistyчне zabezpechennia bezpekoorrientovanoho rozvytku innovatsiino-aktyvnykh subiektiv hospodariuvannia : kolektyvna monohrafiia. Odesa : Feniks, 152 s. [in Ukrainian].
8. Krykavskiy Ye. V., Pokhylchenko O. A. (2019). Efektyvnist lohistyky: defynitsii poniat ta pidkhody do otsyniuvannia. *Logistics: problems and solutions*, №6(85). S. 20–25 [in Ukrainian].
9. Kustrich L. O. (2020). Lohistychni novatsii yak osnova upravlinnia pidpriumstvom. *Ekonomika ta derzhava*. №2. S. 10–14 [in Ukrainian].
10. Oklander M., Medzhybovska N. (2011). Transformatsiia systemy postachannia promyslovykh pidpriumstv. *Efektivna ekonomika*, vol. 11. S. 20–29 [in Ukrainian].
11. Ponomarova Yu. V. (2005). Lohistyka : navchalnyi posibnyk. Kyiv: TsUL, 328 s. [in Ukrainian].
12. Sumets O. M. (2019). Lohistychni finansovi potoky: vyznachennia mistsia utvorennia, klasyfikatsiia. *Logistics: problems and solutions*. №4(83). S. 18–24 [in Ukrainian].
13. Sumets O. M. (2019). Suchasni pidkhody do vyznachennia efektyvnosti

lohistychnoi diialnosti pidpriemstva ta yii otsiniuvannia. *Logistics: problems and solutions*. №6 (85). S. 32–42 [in Ukrainian].

14. Fedkovich I. V. (2018). Udoskonalennia lohistychnoi diialnosti na pidpriemstvi. *Ekonomika ta derzhava*. №1. S. 111–113 [in Ukrainian].