

УДК 334.012.42

В. С. Шванський,  
аспірант кафедри торговельного підприємництва,  
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

## ПОНЯТТЯ СКЛАДНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ЛАНЦЮГАХ ПОСТАВОК ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

V. Shvanskiy,  
Doctoral student of Department of Trade Entrepreneurship of Kyiv National University of Trade and Economics

### THE CONCEPT OF COMPLEXITY AND UNCERTAINTY IN FOOD SUPPLY CHAINS

*Метою статті є дослідження таких ключових факторів ланцюгів поставок, як складність та невизначеність, та їх особливий вплив на ланцюги поставок продовольчих товарів. Систематизовано та проаналізовано основні джерела складності ланцюгів поставок. Проведено комплексний аналіз ланцюгів поставок з позиції складних детермінованих динамічних систем, приведено основні джерела невизначеності у розрізі окремих факторів і характеристик. Проведений і доведений зв'язок поняття варіативності з невизначеністю у ланцюгах поставок, проаналізовані наслідки варіативності характеристик ланцюга поставок на його інтегральну ефективність. Визначено основні групи ризиків, що впливають на операційну діяльність підприємства, виділено п'ять основних джерел їх походження. Обґрунтовано актуальність подальшого дослідження фактору невизначеності в ланцюгах поставок продовольчих товарів, як найбільш схильних до його виявлення.*

*The aim of the article is to investigate the key factors of the supply chain complexity and uncertainty, their special impact on food supply chains. The main sources of the complexity of the supply chain have been systematized and analyzed. Comprehensive analysis of the supply chain from the perspective of complex deterministic dynamical systems are the main sources of uncertainty in the context of individual factors and characteristics have been produced. Link concepts of variability and uncertainty in the supply chain, examined the effects of variation in the characteristics of the supply chain for its integrated effective carried out and proven. The basic group of risks that affect the operations of the enterprise identified five main sources of origin. The urgency of further investigation of uncertainty in food supply chains, as the most susceptible to its manifestations, has been proven.*

*Ключові слова: невизначеність в ланцюгах поставок, оцінка ризиків у ланцюгах поставок, джерела невизначеності в ланцюгах поставок.*

*Key words: uncertainty in the supply chain, risk assessment in the supply chain, the complexity of supply chains.*

У сучасних умовах прогресуючих процесів глобалізації, участі України у міжнародних торговельних союзах при одночасному загостренні конкуренції та пов'язаному з цим зростанні ролі споживача, питання забезпечення конкурентоспроможності є нагальним для багатьох галузей господарства. Використання інноваційних логістичних підходів для розв'язання важливих економічних завдань та розкриття конкурентного потенціалу українських підприємств здатне забезпечити не тільки стійку конкурентну позицію підприємств, але і гарантувати подальший розвиток окремих галузей господарства.

У той же час визначення природи ланцюгів поставання і сумісних з ними понять є довготривалим і не

прийнятим багатьма дослідниками, незважаючи на сильний тренд у процесному визначенні цього поняття. Складність об'єкту дослідження, що знаходить свого прояву в конфлікті поглядів на фундаментальну природу ланцюгів поставок та погляд крізь призму різних критеріїв призводять до практичної неповноцінності концепцій, що пропонуються практикам. Як показує світова практика, поняття складності ланцюгів поставок а саме аспект невизначеності, що лежить в її основі, є найбільш недооціненими складовими класичних логістичних концепцій [1].

Неоднорідність галузей економіки, характеристики товарів та підприємств, що представлені на ринках, формують унікальні умови, що потребують індивідуально-

го підходу до формування ланцюгів поставок товарів. Загалом можна провести класифікацію факторів, що впливають на формування ланцюгів поставок на основі рівня складності, що привносять її складові частини в загальну структуру мережі. Можна виділити 8 видів складності:

1. Мережева складність. Чим більша кількість вузлів і зв'язків існує у мережі тим складнішою вона є. Внаслідок делегування на аутсорсинг допоміжних бізнес процесів компанії стають більш залежними від своїх зовнішніх постачальників товарів та послуг, які в свою чергу залежать від мережі постачальників другого рівня. Вірогідність зриву руху матеріального потоку в ланцюзі поставок в великій мірі пов'язано саме з комплексною структурою цих ланцюгів [2].

2. Складність процесу. Основою кожного ланцюга поставок є мережа процесів, як внутрішніх по відношенню до компанії, так і зовнішніх, що протікають у ланках, розміщених вище або нижче по потоку. Часто ці процеси формуються навмання, задовольняючи локальні нагальні потреби і у результаті ускладнюють структуру компанії та архітектуру бізнес процесів, що у ній протікають. Великі процеси, що задіюють різні види активності, найбільш схильні до таких проблем, помилок і неефективності кожної з ланок накладаються призводячи до складно прогнозованого результату на виході з процесу. Потреба в постійному аналізі процесів, що протікають у компанії, реінжиніринг та спрощення є невід'ємними факторами ефективного ланцюга поставок. Проводячи декомпозицію ланцюга додання вартості можна визначити, що більшість циклу замовлення у сучасних ланцюгах поставок не додають цінності продукції що виробляється. Найчастіше час такої роботи, що не додає цінності, є простоем, часом, що продукція проводить у стані запасів. Джерелом простоїв є процеси, що складають основу ланцюга поставок.

3. Складність, що створена асортиментом. Розвиток споживчих ринків, посилення конкуренції та зручності цільових груп споживачів продукції, рух до ринку одного споживача призводить до того, що асортиментний ряд компаній у сучасних умовах має тенденцію до розширення. Швидкість розробки та впровадження у виробництво нових форматів пакування, нових брендів та підвидів існуючої продукції давно перевищила норму вибуття існуючих товарів з продажу. Введення в асортимент нової продукції негативним чином впливає на якість прогнозу, так як різнонаправлене середньоквадратичне відхилення окремих товарів або груп товарів гасять один одну, що призводить до менших похибок прогнозу при використанні агрегованих груп товарів.

4. Складність продукту. Структура продукту може мати суттєвий вплив на складність ланцюга поставок. Можна стверджувати, що ланцюги поставок починаються на креслярській дошці і виражаються в тому, що рішення щодо вибору матеріалів і компонентів майбутнього продукту, прямо чи опосередковано, впливає на життєвий цикл товару, структуру, гнучкість та чутливість усього ланцюга поставок.

Складність продукту може зростати з-за великої кількості матеріалів та компонентів, що використовуються у товарі, або унікальності цих складових, що робить неможливим взаємне їх використання для виробництва іншої продукції. Чим менше спільності у специфікаціях товару, тим менш гнучко можливо варіювати асортимент продукції або об'єм. Іншим непередбачуваним наслідком широкої номенклатури матеріалів чи компонентів є неможливість гнучко реагувати на зміни попиту. Розробка товару з урахуванням цієї специфіки дозволяє оптимізувати матеріальний потік, скорочуючи витрати на рух продукції вздовж усього ланцюга поставок. Компанія Motorola впровадила свій "індекс складності", що визначає у інтегральному кількісному виразі

такі показники, як кількість компонентів, їх універсальність відносно інших пристроїв продуктової групи, повного циклу виробництва. Нова продукція проходить обов'язковий аналіз, в тому числі через цей індекс.

5. Складність, що обумовлена споживачами. Цей тип складності обумовлений великою кількістю нестандартних форм товару та супутніх ним послуг. Витрати на обслуговування різних клієнтів можуть відрізнятися, в залежності від частоти замовлень, розміру партій, вимог щодо супутніх послуг по продажному та після продажному обслуговуванню. Зростання кількості можливих комбінацій товарів та супутніх ним послуг позбавляють підприємство ефекту масштабу, вимагаючи індивідуального підходу що виражається у дрібносерійному або штучному виробництві в промисловості та до суттєвого збільшення часу, що витрачається на клієнта у сфері послуг. Саме сегментація споживачів, розробка універсальних, модальних рішень дозволяє оптимізувати ланцюг поставок, виробити стандарти та нормативи як до продукції, так і до супутніх послуг. Використання калькуляції витрат по кожному клієнту дозволить керувати відносинами зі споживачами з точки зору фінансів, пропонуючи оптимальні з точки зору довгострокової перспективи формати співробітництва.

6. Складність, пов'язана з постачальниками. Розвинена мережа постачальників також може служити джерелом складності і непередбачуваності в ланцюзі поставок. Ріст транзакційних витрат, пов'язаний з контролем великої кількості контрагентів, неможливість тісної інтеграції, ризики інвестиції у некритичних для компанії постачальників безумовно негативно впливають на ефективність ланцюга поставок. У той же час дублювання постачальників окремих груп товарів є розповсюдженою практикою що використовується як задля мінімізації усіх видів ризиків, так і для здійснення тиску на постачальників з метою покращення умов співробітництва. Сучасні тенденції розвитку відношень у ланцюгах поставок, що проявляються у розвитку таких концепцій співробітництва як "швидкий відклик" ("quick response") та "запаси, що управляються постачальником" ("vendor managed inventory") [3].

7. Організаційна складність. Загалом структура організації будується навколо функціональних зобов'язань, формуючи структуру департаментів та відділів. Організаційна структура сучасного підприємства є багаторівневою та ієрархічною. Така вертикальна ієрархія, безумовно, є зручною с точки зору адміністрування, в той же час це створює функціональну відокремленість співробітників, відділів і департаментів, перешкоджаючи ефективній алокації ресурсів для досягнення поставленої мети. З плином часу функції відходять від свого призначення, розширюючись, перехоплюючи обов'язки інших функцій та створюючи дублюючі функціональні елементи. Складність організаційної структури стає причиною і в той же час наслідком зростаючої неефективності, втрачання фокусування на потребах споживачів. Ріст компанії супроводжується розширенням функціональних обов'язків персоналу, найчастіше шляхом масштабування організаційних структур, що були актуальні раніше. Немоżliвість створити компакту, ефективну, націлену на результат структуру в середині компанії унеможливає побудову ефективної структури (у нашому випадку ланцюга поставок, або мережі розподілу) за її рамками.

8. Інформаційна складність. Сучасні ланцюги поставок генерують великий об'єм інформації, що відображає рух матеріального, інформаційного та фінансового потоків між елементами ланцюга. Обсяг даних, що генерується ланцюгами поставок давно перевищив можливості компанії правильно їх інтерпретувати. Зростання розмірності даних, використовуючи термінологію OLAP-систем, тобто розширення асортименту, з одно-

часним збільшенням кількості категорій, елементів мережі, подрібненістю партій постачання, призводить до того, що кожна окрема одиниця товару може представляти собою унікальний масив даних. Загалом складність інформаційної структури обумовлена великою мірою вказаними вище видами складності, кожна з яких створює додаткову перешкоду для ефективного руху даних від джерела до споживача, та подальшу її обробку та інтерпретацію.

Згідно з теорією системного аналізу ланцюги поставок є динамічними, складними детермінованими системами, що поєднують у собі два типи систем: системи-процеси та системи-об'єкти. Складність таких систем викликана не стільки зовнішнім подразнюючим впливом, але й великою кількістю другорядних по відношенню до цілей управління процесів. Нестабільність структури і характеристик ланцюгів, як і характер систем в цілому, породжують невизначеність системи — стан відсутності інформації відносно розуміння або усвідомлення події, його наслідків або вірогідності.

Очевидно, що поняття ризику і невизначеності тісно пов'язані, і в деяких випадках навіть ототожнюються. В.В. Черкасов розглядає невизначеність як повне або неточне уявлення про значення окремих параметрів в майбутньому, що породжуються різноманітними причинами і в першу чергу неповнотою або неточністю інформації про умови реалізації рішень, у тому числі витратах та результатах їх прийняття [4].

У контексті ланцюгів поставок Дж. Г. Ворст і А. Дж. Беленз надають таке трактування невизначеності: "ситуація прийняття рішень в ланцюзі поставок, коли особа що приймає рішення, не впевнена у альтернативі, що обирається, так як не володіє інформацією щодо наслідків здійснення такого вибору; не володіє інформацією або не має розуміння ланцюга поставок і його оточення; не має можливостей обробки доступної інформації; не в змозі передбачити наслідки своїх дій чи не володіє ефективними важелями впливу на цей ланцюг" [5, с. 412].

В якості джерела невизначеності в ланцюзі, як правило, розглядаються постачальники, внутрішні процеси та споживачі, до яких іноді додають і керуючу систему. Первинність такого джерела невизначеності не є сталою для різних ланцюгів постачання і може варіюватися, хоча часто в якості основної вказують саме невизначеність попиту. Дж. Г. Ворст і А. Дж. Беленз виділяють три основних види невизначеності.

1. Характеристики, що успадковуються, що створюють прогнозовані відхилення. Невизначеність пов'язана з ними виражається у високій волатильності попиту, пропозиції або показників процесу, створюючі складнощі для планування і контролю діяльності в ланцюгах поставок, суттєво впливаючи на операційну і економічну ефективність ланцюгів поставок.

2. Характеристики системи, що виражаються у внутрішній структурі ланцюга і залежать від таких показників, як архітектура системи, інформаційної та контролюючої системи.

3. Зовнішній вплив — ринкові, технологічні, політичні, погодні явища, що впливають на діяльність фірми.

Російські дослідники, наприклад С.А. Березін, приводять схожу класифікацію факторів невизначеності:

1. Фактор складності, пов'язаний з неможливістю формального опису систем з непостійною структурою, нетривіальною ієрархією, що використовують нечіткі критерії управління.

2. Людський фактор — наявність людини як елемента системи, що впливає на різні аспекти його функціонування.

3. Фактори зовнішнього середовища — вплив на поведінку системи інших систем, зовнішніх по відношенню до даної [6].

Варіативність має в своїй основі невизначеність. З точки зору системного аналізу варіативність в ланцюгах поставок обумовлена такими причинами:

1. Наявністю стохастичності (випадковості), що викликана не ідеальністю, анізотропністю і гетерогенністю середовища.

2. Недосконалість інструментарію управління і контролю, що використовуються.

3. Неповнотою інформації щодо природи процесів, що протікають.

4. Низькою якістю моделей, що використовуються для опису системи

5. Неможливість виконання розрахунків, обумовлена відсутністю даних або можливостей.

Декомпозиція ланцюга поставок на технологічні та організаційні підсистеми дозволяє формалізувати завдання з метою його подальшого вирішення за допомогою поліхроматичних графів і мереж Петрі.

Практика успішного використання мереж Петрі для вирішення складних оптимізаційних логістичних задач підтверджує правильність висновків щодо системної природи ланцюгів поставок. З точки зору концепції управління ланцюгами поставок, варіативність може бути визначена як рівень мінливості вхідних і вихідних матеріальних потоків компанії, а також мінливістю показників продуктивності і витрат.

Невизначеність у поведінці і характеристиках ланок ланцюга поставок характеризує їх як випадкові величини, що мають дисперсії та середні величини. Таким чином, найбільш розповсюдженим підходом до оцінки невизначеності є ймовірностно-статистичний. Згідно з частотнісною інтерпретацією вірогідності, вона є границею відносної частоти події при великому числі випробувань. Однак у разі вирішення практичних задач, в умовах обмеженого експерименту, спостерігач отримує тільки вибіркові оцінки параметрів щільності розподілу або її моментів. Таким чином, при статистичному описі фактору моделі, замість дійсних моментів — математичного сподівання і дисперсії — отримуємо лише їх оцінки що не дозволяють побудувати адекватну і точну модель такої системи.

Існуючі класифікації варіативності по різноманітним ознаками включають поділ на контрольовану (викликану безпосередньо прийнятими рішеннями) і випадкову (викликану неконтрольованими обставинами). Однією з найбільш повних є типологія Р.Д. Класена і Л. Дж. Менора [7]. У ній варіативність у подіях аналізуються в двох площинах: джерела (внутрішній або зовнішній) і безпосередньо форми (випадкова або прогнозована).

У практичному плані варіативність показників елементів ланцюгів поставок є однією з ключових категорій управління. Розглянемо на прикладі показнику "ідеального замовлення", що входить в склад референтної моделі ланцюга поставок (SCOR). Виконання ідеального замовлення означає своєчасну доставку замовлення в належній кількості, якості і точно в термін. У межах функціональної моделі SIPOC виділяють такі блоки як постачальник, вхід, процес, вихід, замовник. Системи "постачальник" та "замовник" також декомпонуються по такому ж принципу. Розглянемо блоки вхід, процес та вихід.

Проводячи аналогії з актуальною теорією черг можна окреслити основні проблеми, пов'язані з варіативністю такої системи. В випадку виробництва на замовлення (make-to-order, МТО) існує два джерела невизначеності. В першу чергу це варіативність попиту, виражена в невизначеності інтервалів замовлень що приходять та їх характері. Іншим джерелом невизначеності є варіативність факторів виробничого процесу і, як наслідок, час очікування замовлення. Таким чином, декларований показник ідеального замовлен-

ня являє собою комплексну величину, що дозволяє здійснювати інтегральну оцінку якості бізнес процесів організації.

Наслідком варіативності елементів для ланцюгів поставок можуть бути:

1. Високі рівні запасів сировини, незавершеного виробництва і готової продукції, що утворилися внаслідок високої варіативності показників попиту і пропозиції.
2. Високі витрати на забезпечення належної якості обслуговування.
3. Неможливість раціонального планування робіт.
4. Наявність пікових моментів зросту попиту і витрати на забезпечення можливості їх виконання.
5. Проблеми координації з іншими учасниками ланцюга поставок.

Класичними прикладами проблем, викликаних варіативністю показників в ланцюгах поставок є ефекти Форрестера і ефект снігового клубка [8].

Ефект Форрестера — феномен в ланцюгах поставок, що полягає в посиленні амплітуди коливань попиту по мірі віддалення від реального джерела попиту в ланцюзі поставок. Рухаючись у ланцюзі поставок від споживача до постачальника коливання показників замовлень посилюються. Чим більше ланок в ланцюзі поставок і чим довший час потрібен для виконання замовлення, тим більша амплітуда коливань.

Ефект снігового клубка, стосовно ланцюгів поставок, незважаючи на те, що має у своїй основі схожі механізми, має суттєві відмінності. Розглядаючи ланцюг поставок як потік створення вартості, стає очевидним, що помилки на початку цього потоку здатні привести до наслідків в кожній наступній ланці, призводячи таким чином до суттєвих втрат. Таким чином, варіативність показників, як і невизначеність оточення у цілому, є вкрай гострою проблемою сучасної теорії ланцюгів поставок, особливо ланцюгів поставок продовольчих товарів.

Для того, щоб визначити основні ризики, що впливають на операційну діяльність підприємства, необхідно провести аудит основних джерел ризику у ланцюзі поставок. Необхідно визначити ступінь ризику, що походить з п'яти основних джерел:

1. Ризик постачання. Наскільки вразливою є операційна діяльність до перебоїв у постачанні, яка вірогідність реалізації цих ризиків по окремих сегментах діяльності та які їх можливі наслідки.
2. Ризик попиту. Наскільки волатильний попит як зміни у об'язі попиту на продукцію вплинуть на діяльність ланцюга поставок. Наскільки точні прогнози попиту і як помилки у прогнозуванні впливають на показники операційної діяльності членів ланцюгу поставок.
3. Ризик процесу. Наскільки формалізованими є процеси, що протікають у ланцюгу поставок, наскільки стійким є ланцюг поставок до зовнішніх коливань.
4. Ризик контролю. Яка частина неефективності ланцюга пов'язана з помилками в управлінні та контролі.
5. Ризик середовища. Яка частина ланцюга поставок найбільш вразлива до зовнішніх коливань, чи є методи зниження цієї залежності.

## ВИСНОВОК

Поняття невизначеності та ризику є ключовими для таких динамічних детермінованих систем, як ланцюги поставок продовольчих товарів. Систематизація та врахування ризиків, зниження варіативності ланцюгів поставок є необхідним елементом ефективного управління логістикою, запуском раціональної організації руху матеріальних потоків. Визначення та систематизація складових складності ланцюга поставок та розробка методології її зниження є перспективними та нагальними для подальших наукових розробок.

## Література:

1. Vachon S., Klassen R.D. An exploratory investigation of the effects of supply chain complexity on delivery performance // *Engineering Management, IEEE Transactions on.* — 2002. — Т. 49. — №. 3. — С. 218—230.
2. Juttner U. Supply chain risk management: understanding the business requirements from a practitioner perspective // *International Journal of Logistics Management, The.* — 2005. — Т. 16. — № 1. — С. 120—141.
3. Mori M. et al. Analysis of risk mitigation by decentralized ordering in multi-tier supply chain // *Industrial Electronics (ISIE), 2014 IEEE 23rd International Symposium on.* — IEEE, 2014. — С. 1093—1098.
4. Черкасов В.В. Проблемы риска в управленческой деятельности. — 2-е издание — М.: "Рефл-бук", К.: "Ваклер", 2002. — 320 с.
5. Van der Vorst J. G. A. J., Beulens A. J. M. Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies // *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.* — 2002. — Т. 32. — №. 6. — С. 409—430.
6. Березин С.А. Риск как характеристика сложности субъектно-объектного описания социальных систем // *Гуманитарные и естественные науки: проблемы синтеза. Материалы Всеросс. науч. конф., Москва / Центр проблем анализа и гос.-упр. проектир.* — Научный эксперт, 2012. — С. 1061—1076.
7. Klassen R. D., Menor L.J. The process management triangle: An empirical investigation of process trade-offs // *Journal of Operations Management.* — 2007. — Т. 25. — №. 5. — С. 1015—1034.
8. Kim J. G. et al. Quantifying the bullwhip effect in a supply chain with stochastic lead time // *European Journal of operational research.* — 2006. — Т. 173. — №. 2. — С. 617—636.

## References:

1. Vachon, S. and Klassen, R. D. (2002), "An exploratory investigation of the effects of supply chain complexity on delivery performance", *Engineering Management IEEE Transactions*, vol. 49, no. 3, pp. 218—230.
2. Juttner, U. (2005), "Supply chain risk management: understanding the business requirements from a practitioner perspective", *International Journal of Logistics Management*, vol. 16, no. 1, pp. 120—141.
3. Mori, M. et al. (2014), "Analysis of risk mitigation by decentralized ordering in multi-tier supply chain", *Industrial Electronics (ISIE), 2014 IEEE 23rd International Symposium*, pp. 1093—1098.
4. Cherkasov, V.V. (2002), *Problemy ryska v upravlencheskoj deiatel'nosti [Problems of risk in management activities]*, 2d ed., Refl-buk, Moscow, Russia.
5. Van der Vorst, J. G. and Beulens, A. J. M. (2002), "Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 32, no. 6, pp. 409—430.
6. Berezyn, S.A. (2012), "The risk characterization as the complexity of the subject-object description of social systems", *Humanytarnye y estestvennye nauky: problemy sinteza. Materialy Vseross. nauch. konf. [Humanities and Natural Sciences: synthesis problem. Materials Vseross. scientific. Conf.]*, Tsentr problem analiza y hos.-upr. proektyr, Moscow, Russia, pp. 1061—1076.
7. Klassen, R. D. and Menor, L. J. (2007), "The process management triangle: An empirical investigation of process trade-offs", *Journal of Operations Management*, vol. 25, no. 5, pp. 1015—1034.
8. Kim, J. G. (2007), "Quantifying the bullwhip effect in a supply chain with stochastic lead time", *European Journal of operational research*, vol. 173, no. 2, pp. 617—636.

Стаття надійшла до редакції 01.10.2014 р.