

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ

КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

МАГІСТРА

(освітній ступінь)

на тему: «Моделювання логістичних ланцюгів підприємства»

Виконав: студент 2 року навчання,
групи 8.04.051.020.18.01,
спеціальності 051 «Економіка»
освітньо-професійної програми
«Економічна кібернетика»

Стоказ Д. М.

Керівник: к.е.н., доц. Мілевський С. В.

Рецензент: к.е.н., Губарєв Р. В.

Харків – 2019 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ	15
1.1. Основні положення теорії логістичних ланцюгів постачань	15
1.2. Основні завдання організації і управління логістичними ланцюгами	34
1.3. Концепції моделювання бізнес-процесів	43
1.4. Ефективність концепції Supply Chain Management	48
РОЗДІЛ 2. КООРДИНАЦІЯ В СИСТЕМІ SCM ЯК ЗАДАЧА РОЗПОДІЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ	52
2.1. Координація як функція управління	52
2.2. Класифікація задач і моделей координації	58
2.3. Концептуальна постановка задачі планування і оперативного управління логістичними ланцюгами	77
РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА З ТЕРИТОРІАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНОЮ СТРУКТУРОЮ	86
3.1. Модель на однодольних графах	86
3.2. Модель на дводольних графах	94
3.3. Побудова імітаційної моделі окремого логістичного ланцюга для візуалізації ефекту від використання SCM	110
ВИСНОВКИ	120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	123
ДОДАТКИ	124

ВСТУП

Сучасні виробництво і логістика розвиваються у відповідності з трьома основними тенденціями: орієнтація на клієнта, спеціалізація на ключових компетенціях і все більше проникнення інформаційних технологій в бізнес. Collaborate to compete — взаємодіяти, щоб конкурувати — саме цей принцип є одним з основоположних для успішного ведення бізнесу в сучасних умовах динамічних ринків. Він зумовлює значні зміни в підходах до організації і управління бізнесом. Ці зміни насамперед пов'язані з появою нових форм конкурентної боротьби, заснованих на стратегічному взаємодії (collaboration) підприємств. Разом з тим бурхливий розвиток корпоративних інформаційних систем, Інтернету і мобільних технологій відкриває принципово нові можливості і джерела підвищення ефективності виробничих, сервісних і логістичних компаній. На принципах взаємодії, синхронізації основних бізнес-процесів і моделей планування і управління на основі єдиних інформаційних каналів з постачальниками і клієнтами по всьому логістичному ланцюгу базується і стрімко розвивається концепція Supply Chain Management — управління логістичними ланцюгами.

Дана робота присвячена моделюванню координації поведінки економічних агентів в динамічних ланцюгах постачань. Пропонується моделювати такі властивості ланцюгів постачань, як стійкість, ефективність, розгалуженість в залежності індивідуальних механізмів поведінки окремих торгуючих або переробляючих продукт агентів в цих ланцюгах. Такий підхід до моделювання властивостей системи, не завжди очевидним чином витікаючих з властивостей її складових елементів, вимагає вживання особливої методології побудови моделей і проведення на них імітаційних експериментів. У роботі пропонується використовувати для цього методологію мультиагентного моделювання. Розглядаються його достоїнства і недоліки в порівнянні з іншими традиційними підходами до імітаційного моделювання.

Метою даної роботи є побудова та дослідження моделей логістичних ланцюгів підприємства з територіально розподіленою структурою на прикладі найбільшого світового пивоварного концерну. Побудова імітаційної моделі логістичних ланцюгів за допомогою сучасного програмного забезпечення для моделювання, а саме – AnyLogic 8.2, задля оптимізації логістичного процесу. Висунення ідеї як “Best Practise” у компанії. Також необхідно побудувати зв'язані моделі поведінки економічних агентів в логістичній мережі для здійснення імітаційних експериментів на всій системі.

Об'єктом дослідження є логістика та логістичні ланцюги підприємства з територіально розподіленою структурою.

Предметом дослідження є моделі логістичних ланцюгів виробничого підприємства з територіально розподіленою структурою.

Для досягнення поставленої мети роботи вирішувалися такі завдання:

розкрити сутність логістики та її значення на підприємстві;

дослідити існуючі підходи до організації стратегічної кооперації;

розробити механізми, які можуть використовуватися в реальному часі в процесі координації рішень у великих розподілених динамічних системах;

розглянути підходи, що використовують різних типів комунікації для зменшення невизначеності кожного агента відносно подій, керованих іншими учасниками;

сформулювати організаційні вимоги, що відносяться до кожного варіанту координації, з врахуванням обмежень на взаємини між учасниками;

показати, як різні механізми працюють в ієрархічних організаційних структурах та як вони адаптуються до крупніших класів структур.

побудувати модель формування і функціонування ланцюгів постачань на мережі (вибір контрагента для купівлі-продажу товару або ресурсу), представлений направленим графом;

вказати алгоритми поведінки для окремих економічних агентів, які б наводили в дію весь ланцюг;

дослідити статичні і динамічні – що циклічно повторюються в часі –

ситуації рівноваги по структурі ланцюга;

врахувати в моделі вплив цінових накладних витрат після купівлі-продажу, залежних від інтенсивності використання логістичного зв'язку;

виявити та дослідити переваги і недоліки, що характеризують такий підхід до управління логістикою;

вивчити доцільність та можливість реалізації цього підходу у компанії.

Робота налічує 3 розділи. Перший розділ містить теоретичні аспекти організації логістики на підприємстві. Другий розділ присвячено питанням координації в процесі управління, організації стратегічної кооперації та інтеграції концепції SCM, кібернетичній моделі планування та управління логістичними ланцюгами. Третій розділ присвячено побудові імітаційних моделей логістичних ланцюгів.

РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ

1.1. Основні положення теорії логістичних ланцюгів постачань

Однією з характерних рис сучасної світової економіки є глобалізація ринків. Безперервний розвиток комунікацій між країнами і регіонами у поєднанні із збільшенням темпів обміну новими технологіями наводить до того, що покупцям одного регіону можуть пропонуватися близькі по своїх споживчих властивостях товари, вироблені абсолютно різними компаніями, розташованими частенько вельми далеко від місця продажу. При цьому конкурентоспроможність товару визначається вже не лише собівартістю його виробництва, але і транспортними, митними витратами, пов'язаними з його доставкою до місця продажу.

Таким чином, дорога від виробника товару до його споживача стає такою складною, що частенько не може підтримуватися лише силами самих виробників. В умовах глобалізації ринку виробники просто не можуть самі займатися збутом своєї продукції безпосереднім споживачам. Це наводить до появи розгалужених, багатоланкових дилерських мереж, що займаються розподілом товару, його «донесенням» до кінцевого споживача. Структура цих мереж грає вирішальну роль у визначенні того, які саме товари пропонуватимуться на тому або іншому ринку, по суті, визначає конкурентоспроможність товарів і об'єми вжитку в різних регіонах.

Уявлення про закономірності процесів формування торгівельних мереж в першу чергу необхідне учасникам цих мереж – виробникам, дилерам, кінцевим продавцям, а також новим компаніям, що шукають своє місце на ринку. Проте і державні структури, що формують податкове і митне законодавство, повинні враховувати ці процеси для прогнозування дії своїх рішень на економіку країни.

Завдання дослідження процесів формування торгівельних мереж

ускладнює те, що ці мережі складаються під впливом багатьох зацікавлених сторін, що функціонують в ситуації конфлікту інтересів. Дійсно, будь-яка комерційна компанія, націлена на максимізацію власного прибутку, діючи в ролі продавця, зацікавлена у продажу товару за максимальною ціною. Але вона ж, діючи в ролі покупця товару, зацікавлена в придбанні товару за мінімальними цінами. Таким чином, формування кожного торгівельного зв'язку між компаніями є компромісом, що враховує альтернативні можливості компаній з продажу або закупівлі товару.

Таким чином, адекватним математичним інструментом опису формування торгівельних мереж є теоретико-ігрове моделювання (що стало, втім, звичним інструментом економічного дослідження), що передбачає прагнення всіх залучених в мережу компаній до максимізації власного прибутку.

Технологія електронної комерції може забезпечити істотні удосконалення існуючих способів комерційної взаємодії, через збільшення швидкості, зручності, якості, і зменшення витрат. Все ж деякі запропонували радикальніші бачення того, як бізнес може бути перетворений. Кількісне екстенсивне збільшення смуги пропускання каналів зв'язку і обчислювальної потужності створює потенціал для зменшення якісних недоліків схем ділових взаємодій. Виходячи з цього висувається припущення, що в не дуже віддаленому майбутньому ділові стосунки втратять велику частину їх поточного постійного характеру. Передбачається, що великі компанії, як ми їх зараз знаємо перестануть існувати, і динамічно формуватимуться “зв'язаними в мережу позаштатними співробітниками” з метою виробництва специфічних товарів і послуг, і потім розриватися, коли проекти будуть закінчені. Також використовується старий термін «віртуальні організації» [22], аби описати групи швидко реагуючих організацій, що формують тимчасові конфедерації в спеціальних цілях.

Приймається чи ні це бачення сучасних корпорацій, декілька ділових тенденцій свідчать, що ми рухаємося в цьому напрямі. Компанії – розробники програмного забезпечення – завдяки сучасним механізмам електронної взаємодії здійснюють аутсорсинг із США до Індії, а Sun Microsystems навіть проводить

тендери для одиночних позаштатних розробників [19]. Великі, традиційні фірми-виробники, що ілюструються головними автомобільними виробниками, все більш і більш виносять виробництво різних компонентів в сторонні організації. Стартапи і інші маленькі компанії формують товариства, аби конкурувати з великими, більш традиційними компаніями.

Ми вивчаємо це явище, як системи постачань, яка є загальною формою скоординованої комерційної взаємодії. У наших цілях *система постачань* – мережа виробничих і змінних стосунків, яка охоплює багато рівнів виробництва і забезпечує розбиття завдань. Всякий раз, коли у нас є виробник, який купує входи і продає продукцію, у нас є система постачань. Хоча найбільш характерний це є видимим в багатопрофільних структурах оброблювальної промисловості, будь-яке обслуговування або укладення контракту, що охоплює безліч рівнів, можуть бути розглянуте як система постачань.

Формування системи постачань – процес визначення учасників системи постачань, їх функцій в логістичному ланцюзі. Традиційно, системи постачань формуються і підтримуються тривалі періоди часу за допомогою широких людських взаємодій. Але прискорення комерційного ухвалення рішення створює потребу в більш передовій підтримці. Компанії в межах від автовиробників до виробників комп'ютерних комплектуючих базують свої ділові моделі на швидкому розвитку, схемі бізнесу «випуск за замовленням», і спеціалізованій товарної номенклатури, аби задовольнити споживчий попит, що постійно змінюється. Вагання у витратах ресурсу і придатності означають, що компанії повинні володіти дуже швидкою реакцією, аби підтримувати потенціал виробництва і прибуток. Оскільки ці зміни відбуваються на швидкостях, і оперують складними схемами, які не можуть управлятися уручну, стає гострою потреба в автоматизованому формуванні системи постачань.

Агенти автономні в електронному врегулюванні торгівлі, це означає, що вони володіють повним знанням про їх власні виробничі і змінні здібності, але обмеженим знанням про інших людей і великомасштабну структуру проблеми. Оскільки агенти діють для досягнення своїх власних цілей, вони беруть участь в

логістичних ланцюгах з метою максимізації їх власної вигоди. Для такого середовища, де інформація, ухвалення рішення, і контроль децентралізовані, ми прагнемо спроектувати процес висхідного формування системи постачань. Ця проблема складна, якщо структура розподілення ресурсів усуває можливість використання простих жадібних стратегій розподілу.

Класична система SCM створюється для довгострокової співпраці, має відносно стабільну структуру мережі і виробничу програму. Це означає, що в ній чітко визначені виконавці робіт і види вироблюваної продукції на тривалий період часу. Основною метою SCM є створення системи взаємодії підприємств, направленої на підвищення якості планування і управління за рахунок єдиних інформаційних каналів, синхронізацію бізнес-процесів, спільне планування попиту і запасів. При цьому в SCM існують жорсткі вимоги до наявності інформаційних систем для планування і управління, а також до одноформатності даних. До недоліків SCM слід віднести значні витрати на інформаційні технології, а також високу міру залежності від партнерів по кооперації. Однією з важливих тенденцій розвитку SCM є розвиток концепції ВП [22,52].

Останніми роками явно позначилася тенденція до переміщення уваги дослідників з класичного управління ЛЛ з досить стабільними партнерськими стосунками на ВП, засновані на динамічнішій співпраці.

Причиною появи концепції ВП є розвиток і широке поширення сучасних інтернет-технологій [52], що надають нові можливості для комунікації і співпраці різних автономних, географічно розподілених підприємств. Поява нових інформаційних технологій відкриває додаткові можливості для організації бізнесу (в даному випадку справедлива теза «технологія визначає організацію»). У зв'язку з цим весь більший розвиток отримують такі концепції, як Wireless Enterprises, M2M, Mobile Commerce, Virtual Information Technologies, Virtual Enterprise. Інтернет-технології формують інформаційну інфраструктуру підтримки ВП. Вона повинна забезпечувати комунікацію і інтеграцію, спільне управління, включаючи моделювання взаємодії учасників і підтримку виконання

робіт.

ВП засноване на формуванні єдиного організаційно-технологічного і інформаційного середовища за рахунок тимчасового об'єднання ресурсів різних підприємств. Завдяки оперативній координації використання ресурсів організації здатні швидко і з мінімальними витратами виробляти кінцевий продукт або послугу.

ВП характеризується такими властивостями, як:

децентралізованість;

розподіленість;

наявність механізмів гнучкого формування нових організаційних структур;

здібність швидкої адаптації до вимог ринку, що змінюються;

саморегулювання і самоорганізація;

координація і взаємодія на основі погодженого з бізнес-партнерами управління процесами і ресурсами.

ВП формуються на основі створення загальної бази даних (БД) про підприємства, в якій реєструються підприємства-учасники ВП і їх функціональні можливості (компетенції), а також загальної бази технологічних операцій. Доступ до вказаних БД здійснюється через інтернет (через спеціально розроблену інтернет-сторінку ВП). На основі параметрів замовлення клієнта, введених на інтернет-сторінці, і бази технологічних операцій визначається технологія виготовлення даного продукту. Надалі враховуючи параметри БД постачальників визначаються альтернативні можливості виконання кожній з операцій технологічного плану.

Потім за допомогою системи оперативного розподілу ресурсів і координації здійснюється порівняння різних варіантів логістичних ланцюгів, вибирається найкраща конфігурація ЛЛ у відповідність з параметрами замовлення клієнта і виробляється розподіл робіт по окремих виконавцях.

Окремого розгляду вимагає питання організаційної структури віртуального підприємства. Слід особливо відзначити, що ВП не є юридичною особою (юридичні функції може виконувати орган координації ВП). Між учасниками

ВП, які діють на основі визначених органом координації правил, зберігаються принципи конкуренції (кожне підприємство зацікавлене в здобутті роботи і зберігає свою активну конкурентну роль в рамках правил ВП) ВП є відкритою системою, вхід в яку і вихід з якої визначаються самими підприємствами

Центр управління (орган координації) ВП може бути реалізований у вигляді компанії, що управляє, не є безпосереднім учасником виробничо-логістичного процесу, або він може бути «плаваючим», тобто центром ВП може ставати одне з підприємств – учасників ВП, що є головним виконавцем за тим або іншим проектом. При першому підході відбувається передача координуючих функцій спеціальному органу (координаційній пораді). Або його утворюють учасники даної структури з метою організації взаємин із зовнішнім середовищем, створення єдиної інформаційної бази і механізмів координації, а також управління фінансовими потоками, або такий орган створюється у вигляді комерційної організації і сам займається формуванням ВП Координаційна рада затверджує правила віртуального підприємства і механізми координації і кооперації При другому підході роль «головної» організації, яка виступає в ролі координуючого центру, можуть виконувати різні учасники ВП залежно від характеру виконуваних робіт Через неї будуються стосунки ВП із зовнішнім середовищем, вона відповідає за розподіл ресурсів, результати діяльності і забезпечення необхідних умов функціонування ВП

ВП є свого роду підприємством над підприємствами В рамках ВП може існувати безліч логістичних мереж, причому одне і те ж підприємство може входити в сої гав різних ЛЗ і ВП Механізм формування ЛЛ у ВП відмінний від класичної концепції SCM.

ЛЛ у ВП формуються динамічно з безлічі альтернативних варіантів під кожен проект. При цьому у ВП немає таких жорстких вимог до ІТ, як в SCM У ВП можливе використання інтернет-ресурсів координатора, наприклад, за допомогою ASP-технології, що реалізовує модель аутсорсинга (надання клієнтам необхідного програмного забезпечення на певний термін на умовах оренди через інтернет) Концепція аутсорсинга дозволяє уникнути істотних витрат на створення

і підтримку підприємствами власної складної IT-інфраструктури. Подібне розширення класів вирішуваних завдань і даних процесів у ряді сучасних досліджень трактується як перехід від класичного управління постачаннями до управління ланцюгами створення вартості (Value Chain Management).

Основною метою ВП є швидке реагування на ринкові вимоги і максимізація міри використання ресурсів підприємств. Основний економічний потенціал ВП з точки зору організації виробництва і логістики закладений в якісно нових можливостях управління ЛЛ і процесах створення вартості на основі концентрації великої кількості ресурсів в єдиній базі, що дозволяє швидко і гнучко реагувати на ринкові зміни

Крім того, формування регіональних ВП може служити основою підвищення економічного потенціалу регіону і вирішення соціальних проблем. Це відбувається за рахунок інтеграції ресурсів і збільшення ефективності їх використання в рамках розвитку пріоритетних напрямів діяльності регіону. Так, наприклад, в землі Саксонія (Німеччина) на основі координації ресурсів окремих підприємств в області відбуваються подальший розвиток цієї галузі і підвищення числа зайнятих в ній за рахунок збільшення кількості замовлень і змін на самих підприємствах. До недоліків ВП слід віднести відсутність стабільного попиту і високий рівень невизначеності.

Для побудови ефективної системи управління логістичними ланцюгами у віртуальних підприємствах необхідно вирішити завдання

організаційного проектування (розробка і впровадження нових організаційно-економічних схем взаємодії підприємств)

розробки правил і принципів взаємодії (умови здобуття і розміщення замовлень, планування і оперативне управління процесами, розподіл прибутку, управління ризиками і т. д);

побудови системи інформаційної підтримки (концепції єдиного інформаційного середовища коопераційних зв'язків);

вироблення методів, моделей і алгоритмів оптимізації бізнес-процесів в логістичних ланцюгах.

Враховуючи, що основною вимогою до ВП є наявність загального для всіх його учасників інформаційного (віртуального) простору, першою стадією створення ВП повинна стати розробка моделі інтегрованого інформаційного простору. ВП функціонують на основі загальних баз даних про підприємства-учасників, їх функціональні можливості (компетенціях) і технологічні операції. Доступ до вказаних БД здійснюється через інтернет на спеціально розробленому WEB-сайті.

При організації інформаційної взаємодії і для забезпечення інформаційної сумісності між різними підприємствами принципове значення мають використовувані класифікатори. Тут особливо важлива роль чіткої класифікації даних на основі єдиних описових стандартів. До їх числа відносяться: іSIC – International Standard Industrial Classification of all Economic Activities, NACE-Statistical Classification of economic activities in the European Community, CPA – Statistical Classification of Products by Activity in the EEC (European Economic Community), ОКВЕД- Всеросійський класифікатор видів економічної діяльності, ОКДП – Всеросійський класифікатор видів економічної діяльності, продукції і послуг, ХТО – Класифікатор технологічних операцій.

Функціональне «ядро» ВП складає система оперативного управління ВП, зв'язана:

з виробничо-економічною системою класу ERP, в якій зберігаються і актуалізуються дані по виконанню окремих процесів;

із загальною базою даних, в якій зберігається інформація про агентів – учасників ВП.

Саме це функціональне «ядро» відповідає за управління замовленнями клієнтів і визначення можливостей їх ефективної реалізації агентами ВП.

З іншого боку, воно пов'язане з системами оперативного управління підприємствами (СОУП), якими володіє кожен агент ВП. Завданнями СОУП є управління інформацією про процеси на окремих підприємствах і постачання нею систем «функціонального ядра» (як, наприклад, в разі MES-систем – Manufacturing Execution System). Само «ядро» знаходиться у веденні «головної

організації» (координаційної поради).

Одному з головних завдань організації виробничої кооперації у вигляді ВП є розробка такого інтегрованого інформаційного простору і системи оперативного управління процесами і координації, які б дозволили в оперативному режимі здійснювати:

прийом замовлення клієнта;

перевірку можливості його виконання;

розподіл робіт по виконанню даного замовлення між окремими підприємствами – учасниками ВП.

Нижче розглянемо приклад реалізації процесу обробки замовлення клієнта у ВП в рамках розробленої моделі інтегрованого інформаційного простору і системи оперативного управління процесами і координації.

Залежно від організації ВП і власних бажань клієнт може звернутися або на загальний web-сайт ВП, або на один із сайтів окремих підприємств – учасників ВП. Параметри замовлення передаються в систему оперативного управління (СОУ). У ній відбуваються:

побудова комплексних моделей процесів;

вибір алгоритмів виконання і оптимізації процесів;

імітаційне моделювання процесів на основі динамічної моделі оперативного управління з використанням даних про асортимент, технологію, завантаження потужностей, складські запаси, витрати, термінах і так далі.

Результатом роботи СОУ в даному випадку є рішення про можливість виконання замовлення з необхідними параметрами на основі координації ресурсів у ВП. Якщо це можливо, то клієнтові на WEB-сайті видається відповідь про можливість виконання замовлення з його параметрами. Якщо виконання замовлення відповідно до вимог замовника неможливе, то перевіряються і пропонуються клієнтові альтернативні можливості виконання замовлення (наприклад, зміна терміну постачання або вартості замовлення) або повідомляється про неможливість виконання замовлення з параметрами, близькими до вимог замовника.

Концепція віртуального підприємства на практиці реалізується в самих різних аспектах – від інтернет-майданчиків на принципах електронного ринку до повномасштабних виробничих і логістичних систем, в яких WEB-представництво виступає в ролі сполучної ланки між покупцями, продавцями і виробниками в глобальній мережі Інтернет. Практичні реалізації концепції ВП відрізняються один від одного як по організаційно-функціональному наповненню, так і по видах вживаних інформаційних технологій. Це дає підставу говорити про концепцію ВП як про модель ведення бізнесу, яка на практиці може бути реалізована у вигляді цілого ряду різних варіантів. Розглянемо деякі з практичних прикладів концепції ВП.

Як і стосовно класичного SCM, у віртуальних підприємствах також можна виділити кооперацію в області закупівель і в області виробництва. Віртуальні підприємства в області закупівель отримали назву E-Procurement (електронні портали закупівель). За цією схемою працюють такі гіганти автомобілебудування, як концерни Daimler Chrysler, Ford і General Motors, що розробили єдиний цифровий ринковий простір Covisint, в якому компанії мають намір в майбутньому купувати сировину для виробництва автомобілів і деякі комплектуючі.

Covisint є лідируючим провайдером послуг з інтеграції важливої бізнес-інформації і бізнес-процесів між виробниками, постачальниками і покупцями в логістичному ланцюзі. Covisint представляє цінність для організацій малого, середнього, крупного бізнесу, дозволяючи прискорювати процеси ухвалення рішень, знижуючи витрати на співпрацю з партнерами і надаючи можливість для набагато мобільнішого обслуговування покупців. Системна архітектура Covisint складається з трьох основних компонентів Covisint Identity Management, Covisint Connect Server, Covisint Communicate Server.

Covisint Identity Management надає можливості для контролю і обліку, що дає технічну підтримку інформації, що поступає. Covisint Connect Server забезпечує безпечний і надійний обмін даними між партнерами по бізнесу. Він дозволяє взаємодіяти (посилати/отримувати документацію), використовуючи

зручний для партнерів стиль комунікації (зручний для всіх формат). Це значно знижує витрати на обмін інформацією (на 50 %). Covisint Communicate Server надає інфраструктуру для обміну інформацією і розділяє останню для партнерів, покупців, постачальників. Covisint Communicate можна встановити при набагато менших витратах, чим при формуванні і підтримці порталу усередині підприємства. Це дозволяє понизити витрати на створення сайту на 80 % і витрати на його експлуатацію – на 50 % [20].

Основна мета: розробити повну online мережу, яка об'єднувала б в собі покупців, що замовляють автомобіль, і постачальників. Перспектива: автомобіль за 10 днів. Іншими словами, це означає, що покупець замовляє новий автомобіль, інформуючи при цьому виробника про всі деталі, які він бажає бачити в своєму новому авто, сидіннях, обробці, дизайні. Далі всі постачальники комплектуючих отримують інформацію про потреби, що виникають у покупця. Максимум за два тижні після замовлення покупець може отримати свій новий автомобіль. Вже зараз є можливість замовляти автомобіль в режимі online. Але прямої комунікації зі всіма постачальниками комплектуючих ще не існує. Автомобільні концерни, наприклад BMW, купують в режимі online виключно стандартизовані деталі. Всі деталі, що вбудовуються в автомобіль, до цих пір не замовляються через мережу. BMW, як і концерн Volkswagen, працює лише в системі електронних закупівель (E-commerce).

Іншим прикладом відкритої системи для промислової кооперації може служити інтернет-портал [51], також побудований за принципом електронного ринку. Скориставшись розміщеною на сайті базою даних, можна знайти постачальників і клієнтів, вказавши вигляд продукції, країну місцезнаходження партнера, типа кооперації, галузь промисловості і терміни розміщення інформації в базі даних.

У Германії створений ряд систем в текстильній і легкій промисловості. Так, наприклад, в Саксонії в серпні 1998 року на основі єдиної інформаційної платформи було об'єднано 800 підприємств, дані яких містяться в загальній базі даних. Був створений web-сайт [44], інтегрований з віртуальним технологічним

центром Саксонії, в якому окрім бази даних продукції, що містить 73 підприємства і 213 найменувань, наводяться дані про виставки, дослідження і так далі.

Також як приклади таких систем можна привести сайти [17,45].

Промислова кооперація активно розвивається в рамках стосунків B2B (Business-to-Business), коли крупні промислові підприємства вступають у тісні коопераційні відносини з малими і середніми підприємствами, що виробляють для них певні деталі і комплектуючі, Прикладів такого типа кооперації достатні багато.

У компанії General Motors, наприклад, створена система «Замовлення – Доставка» (Order To Delivery – OTD), за допомогою якої замовлення кінцевих споживачів, розміщені на web-сайті Buyer Power, «переходять» в конкретні замовлення технологам, які, у свою чергу, через сторінку Supply Power перетворюються в замовлення постачальникам в рамках всього логістичного ланцюга.

Цікаво розглянути наступний приклад. S MTC – канадський виробник друкарських плат для персональних комп'ютерів, що поставляє свою продукцію багатьом споживачам, у тому числі компаніям Dell, IBM, Compaq і ін. Один з найбільших споживачів продукції SMTC, компанія Dell Computer, розробила бізнес-модель для продажу комп'ютерів через інтернет. Коли споживачі розміщують свої замовлення на сайті компанії Dell, вони можуть вибрати конфігурацію своїх комп'ютерів, включаючи в них різних типів моніторів, модемів, CD-ROM або оперативної пам'яті і мікропроцесорів. Після того, як споживач розмістить своє замовлення і сплатить комп'ютер, Dell запрошує у своїх постачальників відповідні компоненти і – після прибуття замовлених компонентів – протягом декількох годинників виконує остаточну збірку і тестування готового продукту. По суті, в Dell відсутні товарно-матеріальні запаси. Більш того, компанія не замовляє у своїх постачальників жодних компонентів до тих пір, поки споживач не сплатить відповідне замовлення (комп'ютер). Подібний підхід забезпечує компанії Dell чудовий показник доходу

на активи.

Цікавий досвід управління ЛЛ у ВП в Італії. Наприклад, в текстильній і легкій промисловості створена така форма ВП, як Emilia District. У ній велика частина замовлень виконується малими вузькоспеціалізованими підприємствами (до 10 чоловік), які сполучені на єдиній інформаційній платформі і через неї за допомогою центральної збутової організації ведуться контакти із зовнішнім середовищем.

Концерн Benetton розробив на базі ІТ систему управління ЛЛ, що дозволяє на основі координації в єдиному інформаційному середовищі збутових центрів, заводів-виробників, постачальників і експедиторів перенести процес забарвлення на той момент, коли будуть відомі модні кольори сезону. Це забезпечує гнучкість виконання вимог ринку і істотне скорочення витрат на зберігання.

З середини 70-х років ХХ століття в Іспанії, що значно відставала від провідних індустріальних країн по конкурентоспроможності своєї промисловості, почалося активне впровадження механізмів БСМ. Основна ідея полягала в подоланні економічної кризи шляхом завантаження іспанських промислових підприємств виробничими замовленнями крупних транснаціональних компаній (переважно автомобільних).

На базі Торговельно-промислової палати м. Більбао був створений Центр промислової кооперації і субпідряду, до якого згодом додався Міжнародний виставковий центр (один з найбільших в світі). На початковому етапі діяльності ТВП Більбао була сформована база даних підприємств-субконтракторів, інформацію, що містить, про продукцію, що випускається, і виробничі можливості іспанських фірм. Поширення практики БСМ дозволило Іспанії і короткі терміни розвинути мережу дрібних і середніх підприємств, які спочатку спеціалізувалися на виконанні замовлень крупних зарубіжних компаній.

У Європейському союзі вже багато років діє Міжнародна біржа субконтрактації. Вона збирає зведення про технологічні можливості підприємств різних країн у формалізованому вигляді і публікує їх у вигляді довідників. Ці довідники особливо активно використовуються фірмами, які хочуть розмістити

замовлення на комплектуючі вироби і вузли, під час виставок субконтрактації. Найбільш важливі виставки багатoproфільного характеру проводяться в Більбао (Іспанія), Гамбурзі (Німеччина) і Ліоне (Франція). Для полегшення заповнення формуляру можна користуватися кодифікатором, проставляючи лише коди позицій, відповідних технологіям, які пропонує субпідрядник. Обов'язкове заповнення всіх полів форми.

У Росії в області малого і середнього бізнесу також існують приклади формування системи промислової кооперації на основі моделі ВП. Одним з них є підстава Міжрегіонального центру промислової субконтрактації і партнерства. Дана система містить базу даних виробничих можливостей промислових підприємств, структуровану з використанням прийнятих в ЄС класифікаторів і деталізованих до рівня окремого виробничого процесу, а також базу даних замовлень, що поступають, і інформацію про підприємства-замовників і їх вимоги до потенційних партнерів.

Дані бази об'єднані автоматизованою системою пошуку, завдяки якій можна вільно знайти постачальника, виробниче замовлення, розмістити інформацію про своє підприємство на основі наявного класифікатора. Даний сайт представляє свого роду «дошку оголошень», де підприємства розміщують відповідну інформацію. В даному випадку він не є ні координуючим центром, ні центром планування і управління, оскільки дані функції лежать безпосередньо на тих учасниках, які, скориставшись запропонованою базою даних, встановили партнерські стосунки в рамках промислової кооперації.

У Санкт-Петербурзі в рамках циклу науково-дослідних робіт, що проводяться Фондом підтримки промисловості і Інститутом промислового субконтрактинга за замовленням Комітету економічного розвитку, промислової політики і торгівлі адміністрації Санкт-Петербурга, в 2000-2004 роках були розроблені:

електронна інформаційна система субконтрактинга (ЕІСС), функціями якої є:

надання єдиної платформи для здобуття, обробки, зберігання і оновлення

інформації;

інструмент обміну інформацією;

механізм пошуку постачальників і замовників продукції промислового призначення і ін.;

інформаційна система субконтрактинга (ІСС).

ІСС містить зведення про виробничі можливості промислових підприємств в базі даних (електронна база даних моніторингу – ЕБДМ), яка оновлюється відповідно до змін виробничих можливостей і поточного завантаження підприємств. Актуальність інформації забезпечується сотрудниками служб кооперованих постачань на підприємствах, які також формують потреби підприємств у субконтракційних послугах шляхом передачі формалізованих даних.

Окрім ЕБДМ, складовими частинами ІСС є система планування замовлень на базі ERP-системи, а також система моделювання і оптимізації ЛЛ.

Тенденції розвитку методології віртуальних підприємств.

Останніми роками було проведено безліч наукових досліджень в області ВП. Наведемо деякі приклади. Концепція неієрархічних регіональних виробничих мереж (НРПС) є одному з фундаментальних тим досліджень, здійснюваних в Технічному університеті Хемніца (Німеччина) [5 2] у співпраці з промисловими і транспортними підприємствами регіону (земля Саксонія)

Метою проекту є розробка моделі віртуального підприємства, яке б об'єднало фірми малого і середнього бізнесу регіону для підвищення їх конкурентоспроможності в порівнянні з крупними концернами. В рамках даного проекту була розроблена концепція управління віртуальним підприємством EVCM (Extended Value Chain Management), що є як концепцією менеджменту ВП, так і комплексною інформаційною системою для ВП. Виробнича мережа в EVCM формується за рахунок утворення «компетенц-одиниць», здатних в процесі координації ресурсів виробити кінцевий продукт, тобто утворити «ланцюжок створення вартості», або логістичний ланцюг (ЛЛ).

Як компетенц-одиниці можуть виступати як самостійне підприємство, так і

окремі підрозділи (цехи), що володіють чітко вираженими компетенціями. У основу даної концепції покладені принципи побудови біологічних систем, що полягають в спадкоємстві компетенц-одинаціями позитивних властивостей за допомогою процесів самоорганізації в різних конфігураціях віртуальної мережі.

При проектуванні мережі виділяються сфери координації і системних потоків. У сфері координації моделюються процеси комунікації, повноважень, цільові установки.

У сфері потоків аналізується технологічний, інформаційний, матеріальний потоки, а також потоки робочої сили, енергії п капіталу.

При моделюванні мережі (ланцюжки створення вартості) розрізняють:

області компетенцій, визначувані на основі бізнес-процесів (маркетинг, розробка, планування, виготовлення, контроль якості, логістика);

компоненті компетенцій, які, по суті, є окремими процесами, що виконуються в рамках окремих областей компетенцій;

При цьому розрізняють функціонально- і процесно-спрямованих компетенц-одинаціях До перших відносяться агенти, компетенція яких обмежується однією функціональною областю (наприклад, закупівлі, монтаж і т. д.) Агенти другої групи реалізують процеси, що містять елементи різних функціональних областей.

Можна виділити наступні основні класи завдань, що вирішуються за допомогою НРПС-технології при проектуванні віртуального підприємства (ВП):

багаторівневе концептуальне моделювання створюваної віртуальної мережевої структури;

розробку ІТ-концепції модельованої мережі;

управління логістичним ланцюгом «маркетинг-виробництво-збут»;

побудова системи контролінгу;

розробку інноваційних моделей і алгоритмів для управління процесами в мережі.

Як інші приклади можна привести проекти Whales, Globeman і Business Architect [16]. Метою проекту Whales була розробка інфраструктури для

планування і управління комплексними дистрибуторськими організаціями, що працюють за принципом ВП над широкомасштабними інженерними проектами. Globeman прагнув визначити принципи побудови віртуальних виробничих підприємств, затвердити концепцію промислових моделей і продемонструвати основні ідеї побудови В П. Business Architect виділив такий вид діяльності, як розвиток бізнесу, який повинен формулювати і комбінувати різні компетенції, шукати партнерів в мережі і полегшити процедури стратегічного і оперативного планування.

Поточні дослідження в області ВП сфокусовані на декількох аспектах [16]. Так, необхідно визначити теоретичні і методологічні основи для досліджень в області ВП. У попередніх проектах було запропоновано безліч прототипів спільного управління проектами і побудови інфраструктури ВП Розробка таких прототипів була основним вмістом попередніх досліджень. При цьому методологічним аспектам побудови ВП приділялося недостатньо уваги. В даний час стає очевидним, що соціально-економічні чинники грають при формуванні і управлінні ВП значну роль. Це наводить до нового розуміння ідеї віртуальних підприємств, тому теоретичні основи ВП вимагають детальної розробки і подальшого удосконалення.

Окрім теоретичних розробок, необхідно провести дослідження в області вживання теорії ВП. Як інструменти для цього можна розглянути моделі міжорганізаційних бізнес-процесів. Дані моделі повинні враховувати різних типів виробництва, сектори промисловості, відмінності в бізнес-моделях, різні способи і міри аутсорсинга, наявність або відсутність постачальників послуг і так далі Крім того, середні і малі підприємства зазвичай зазнають труднощі у вживанні концепції ВП і у вступі до логістичних мереж і ділового середовища. У останньому випадку недостатньо просто побудувати модель підприємства і процесів, в нім що протікають. Необхідно побудувати модель підприємства в умовах його ділових стосунків і в тісному взаємозв'язку з іншими підприємствами (моделі взаємодії).

Питання спільного виконання бізнес-процесів раніше розглядалося в

рамках однієї організації, але тепер він ще цікавіший для розгляду в рамках ВП. Учасники ВП прагнуть отримати рішення, щонайкраще відповідні для їх конкретної ситуації. Кожне підприємство, взаємодіючи з іншими організаціями з метою досягнення загальної мети, наполягає:

на збереженні за ним права робити вибір і приймати рішення в своїй області;

на захисті конфіденційної інформації;

на наданні доступу до певної інформації або тим підприємствам, яким воно довіряє, або тим підприємствам, яким необхідно надавати інформацію відповідно до контракту.

Це викликає невідповідності між необхідними ресурсами для кооперації і тими рішеннями, які більш всього владнують учасників в конкретних умовах. При цьому спеціальною областю дослідження є питання управління знаннями.

Нарешті, в умовах обміну інформацією між різними підприємствами необхідно бути упевненим в безпеці такого обміну [54]. На жаль, сьогодні такої упевненості доки немає. Тому однією з вимог до побудови ВП є забезпечення безпечного протікання бізнес-процесів. Крім того, необхідно розробити програмне забезпечення, визначити методики і ресурси для успішного вживання цього програмного забезпечення і систем побудови ВП.

Новий проект Integrated Project (IP), що проводиться за підтримки ЄС, створений для того, щоб акумулювати необхідні ресурси для досягнення відмінних результатів в дослідженнях, інтеграції і взаємодії. Даний проект повинен мати можливість мул п'ять на дану галузь науки і в цілому на весь ринок. Оскільки до цих пір область досліджень досить всіляка і немає єдиного бачення питання, IP повинен концентрувати свою увагу на дослідженнях і сформулювати такий склад учасників даного проекту, який зможе ефективно проводити наукові дослідження даної області. Крім того, дослідження мають бути результативними хоч би завдяки удосконаленню і інтеграції як наукових, так і промислових досліджень. Вже чотири таких проекту функціонують з січня 2004

року: Athena, Digital Business Ecosystems, Ecolead і Trustcom.

У сучасних умовах підприємства співробітничать один з одним лише в цілях підвищення ефективності. Компанії прагнуть вступати у коопераційні стосунки, а не працювати окремо. При використанні сучасних інформаційних технологій це дозволить понизити як логістичні витрати, так і витрати покупців.

В найближчому майбутньому можлива стійкіша співпраця між підприємствами не лише ради зниження витрат, але і з метою поліпшення якості продукції, що випускається. Наступним кроком на дорозі розвитку коопераційних стосунків буде вже не рішення питання про розподіл витрат на виробництво між підприємствами, а рішення питання про стимулювання такої колективної роботи і інноваційної діяльності усередині логістичної мережі, які не властиві окремим незалежним підприємствам. Такий рівень кооперації має на увазі, що всі учасники довіряють один одному і згодні надавати необхідну інформацію. Варто відмітити, що зміна пріоритетів з управління витратами на управління інноваційною діяльністю веде до змін в понятті «вартості», яка здебільше визначається не характером технологічного процесу, а позиціонуванням виробу.

Глобальне бізнес-середовище стає складнішим і неврегульованим. У таких умовах підприємства зіткнуться ще і з тим, що їх форма, структура і порядки, що склалися, трансформуватимуться і адаптуватимуться до довкілля Кордону організацій, що постійно змінюється, вже не будуть такими чіткими, як зараз. В умовах непередбачуваної поведінки суб'єктів ринку механізми контролю, засновані на причинно-наслідкових зв'язках, вже не матимуть достатньої ефективності. Необхідно також розробити спеціальну систему оцінки діяльності як ВП порівняно з окремими організаціями, так і кожного підприємства-учасника в рамках конкретної ЛС.

Окремого розгляду вимагає питання управління комплексними виробничо-логістичними системами. Необхідно провести аналіз всіляких змін довкілля в певних галузях промисловості, для того, щоб краще розуміти причини таких змін і реакцію на них різних суб'єктів ринку. При цьому як базові теорії пропонується

розглядати теорію великих систем і мультиагентні системи Дані концепції знаходять широке вживання при дослідженні класичного БСМ і віртуальних підприємств, хоча їх інтерпретація у даному контексті ще вимагає коректування.

Крім того, існує ще один напрям для досліджень – інноваційна діяльність у ВП, пов'язана з паралельною розробкою нових видів продукції і послуг (Concurrent Engineering) Наприклад, не зовсім ясно, як мають стимулювати процесні і продуктові інновації і як ними управляти. Різні фахівці від різних підприємств – учасників ВП можуть розробляти разом новий виріб. Деякі сторонні організації також можуть брати в цьому участь. Тобто підприємства-учасники, використовуючи сучасні технології і спираючись на ринкові тенденції, безперервно розробляють нову продукцію; по постачальники сучасних технологій завжди стикатимуться з чинником комплексності мереж. Тому така важлива доступність інформації, яка сприяє подоланню надмірної складності мереж. Окрім всього іншого, неясно, як ЛС встановлюватимуть баланс між новинами і ефективністю і як він мінятиметься в умовах динамічності зовнішнього середовища.

Дослідження ВП можуть стосуватися ще безлічі питань. При цьому слід зазначити, що попередні дослідження були сфокусовані головним чином на технологічній стороні питання, а соціально-економічні підходи в них практично не розглядалися

1.2. Основні завдання організації і управління логістичними ланцюгами

Організація і управління бізнесом на основі концепції SCM включають чотири основні аспекти:

- інтеграцію всіх партнерів ланцюга створення вартості для вирішення загальних завдань на основі організації міжфірмових коопераційних стосунків;
- моделювання і реінжиніринг ключових бізнес-процесів;
- розробку принципів побудови і структури системи інтегрованого

планування і управління;

створення концепції інформаційних технологій для SCM.

Організація міжфірмових коопераційних стосунків направлена на створення партнерських стосунків між підприємствами учасниками ЛЛ. На етапі організації системи SCM вирішується комплекс завдань, пов'язаний зі встановленням договірних стосунків між підприємствами, вибором форми організації коопераційних відношенні, виробленням системи цілей кооперації, визначенням релей, відповідальності і правил взаємодії.

Фаза моделювання і реінжиніринг а ключових бізнес-процесів направлена на створення статичного інформаційного портрета системи SCM. Завданнями даного етапу є виявлення і опис міжорганізаційних бізнес-процесів за допомогою спеціальних інструментальних засобів їх моделювання. Окрім цього, важливою складовою даного етапу є вживання спеціальних методик, що дозволяють розкрити джерела формування бізнес-процесів, визначити їх «вузькі» місця і виробити цілеспрямоване поліпшення (реінжиніринг). З врахуванням значної міри складності і невизначеності у виробничо-логістичних мережах особливого значення набувають питання оцінки стійкості бізнес-процесів відносно певних класів обурень, а також розробки механізмів переходу на альтернативну траєкторію виконання бізнес-процеса в разі відхилень від планового стану.

Метою етапу розробки принципів побудови і структури системи інтегрованого планування і управління є вибір стратегії і створення комплексних моделей планування н управління ЛЛ. На цьому етапі відбуваються постановка і формалізація типових завдань, а також розробка методів їх рішення з врахуванням особливостей ЛЛ. Особливе значення тут набуває системного обліку чинників невизначеності з використанням спеціальної системи показників. Важливим елементом даного етапу є також розробка інструментальних засобів для моделювання і оптимізації ЛЛ.

Етап розробки концепції інформаційних технологій завершує побудову системи SCM. Створення єдиного інформаційного простору (ЄІП), тобто середовищами інтегрованого планування і управління всієї ЛЛ, координації і

комунікації учасників ЛЛ є найважливішу складову частину концепції SCM. До основних складових ЄІП для SCM відносяться системи планування (Supply Chain Planning) і оперативного управління (Supply Chain Execution) Розвиток ІТ для SCM направлений у бік розробки спеціальних систем для SCM, систем класу E-SCM для роботи з інтернет-технологіями, а також забезпечення взаємодії між різними класами систем, використовуваних різними учасниками ЛЛ (Interoperability Tools).

Передумовами значних змін в підходах до організації і управління бізнесом є перш за все поява нових форм конкурентної боротьби, заснованих на стратегічній взаємодії (collaboration) підприємств, а також все більше проникнення інформаційних технологій в бізнес В традиційних системах управління виробництвом і логістикою, в яких підприємства розглядаються як ізольовані елементи, самостійно плануючі свої потреби і закупівлі, виникають істотні відхилення і коливання у всьому логістичному ланцюзі. Локальна оптимізація, неузгодженість дій учасників ЛЛ і недостатній інформаційний обмін в ЛЛ наводять до так званого Bullwhip-ефекту Зниження негативних наслідків Bullwhip-ефекта можливе за рахунок створення комплексної системи взаємодії підприємств, що включає організацію коопераційних стосунків, реінжиниринг ключових бізнес-процесів і інтегроване планування і управління всієї ЛЛ, створення єдиного інформаційного простору для координації і комунікації учасників ЛЛ.

У зв'язку з цим весь більший розвиток отримує концепція SCM (Supply Chain Management – управління логістичними ланцюгами), об'єднуюча в собі передові організаційні принципи і можливості сучасних ІТ. Для підприємства впровадження концепції SCM означає ведення бізнесу на принципах стратегічної взаємодії з постачальниками і клієнтами. Відмінність концепції SCM від традиційних форм організації і управління підприємством полягає в синхронізації основних бізнес-процесів і моделей планування і управління на основі єдиних інформаційних каналів з постачальниками і клієнтами по всьому логістичному ланцюгу.

Аналіз практичних прикладів реалізації концепції SCM показує, що існує цілий ряд різних видів логістичних ланцюгів. Враховуючи, що ЛЛ, як правило, формується в рамках певної логістичної мережі, для аналізу різних видів логістичних ланцюгів необхідно розглянути різних типів Л С. В сучасній літературі по SCM прийнято виділяти два основні класи логістичних мереж, в кожній з яких ЛЛ має свої особливості – Procurement Supply Networks і Production-Transport Supply Networks.

Подальший розвиток концепції SCM наводить до створення нової форми виробничої кооперації у вигляді віртуальних підприємств (ВП). Концепція ВП отримує весь більший розвиток, а управління ЛЛ у ВП має цілий ряд особливостей. Причиною появи концепції ВП є розвиток і широке поширення сучасних інтернет-технологій, що надають нові можливості для комунікації і співпраці різних автономних, географічно розподілених підприємств. Поява нових інформаційних технологій відкриває нові можливості для організації бізнесу (в даному випадку справедлива теза «технологія визначає організацію»).

ВП є свого роду «підприємством над підприємствами». В рамках ВП може існувати безліч логістичних мереж, причому одне і те ж підприємство може входити до складу різних ЛС і ВП. Механізм формування ЛЛ у ВП відмінний від класичної концепції SCM. ЛЛ у ВП формуються динамічно з безлічі альтернативних варіантів під кожен проект. По моделі ВП можуть формуватися як ЛС закупівель (концепція E-procurement), так і виробничо-логістичні мережі. Подібне розширення класів вирішуваних завдань і даних процесів у ряді сучасних досліджень трактується як перехід від класичного управління постачаннями до управління ланцюгами створення вартості (Value Chain Management). Слід зазначити, що попередні дослідження по ВП були сфокусовані головним чином на технологічно-інформаційній стороні питання, а соціально-економічні аспекти практично не розглядалися. Поточні дослідження в області ВП сконцентровані на розробці теоретичних і методологічних основ ВП і напрямках вживання теорії ВП.

На практиці існують тісний взаємозв'язок і взаємообумовленість всіх етапів

організації і управління бізнесом на основі концепції SCM, що викликає необхідність теоретичного осмислення комплексу міждисциплінарних проблем і вироблення єдиних методологічних основ організації і управління складними коопераційними міжфірмовими мережевими структурами.

Організація коопераційних стосунків.

Побудова системи управління ЛЛ починається з організації міжфірмової кооперації. Ця фаза направлена на створення партнерських стосунків між підприємствами – учасниками ЛЛ. На етапі організації системи SCM вирішується комплекс завдань, пов'язаний зі встановленням договірних стосунків між підприємствами, вибором форми організації коопераційних стосунків, виробленням системи цілей кооперації, визначенням ролей, відповідальності і правил взаємодії [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

У побудові стосунків міжфірмової кооперації сточування зору крупного підприємства виділяють дві моделі, які в літературі отримали назву американською і японською [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. американська модель заснована на взаємодії великого числа замовників і виконавців. Основним критерієм відбору виконавців замовлення служить пропонувана ціна. Така система існує в тісному зв'язку з розвиненим малим підприємництвом, інноваційною активністю фірм-виконавців, доступністю лізингових стосунків для субконтракторів і тому подібне. Для американської моделі відношення між замовником і виконавцем будуються в рамках одного конкретного замовлення і не розраховані на довгострокову перспективу. Широка пропозиція з боку виконавців дозволяє замовникові вибрати найкращий варіант для виконання свого замовлення.

Звичайне крупне автомобілебудівне підприємство має 2000-2500 субконтракторів. Такі гіганти американського автомобілебудування, як Chrysler, Ford і General Motors, виготовляють самостійно небагато комплектуючих виробів. Останні деталі поставляються в рамках договорів підряду. Розвитку американської моделі промислової кооперації у сфері малого і середнього бізнесу сприяла не лише ліберальна економічна політика, але і система державних

замовлень, зокрема для оборонного сектора.

Японська модель характеризується ранжируванням підприємств - субконтракторів залежно від виробничих потужностей і рівня технології, які мають в своєму розпорядженні ці компанії. У Японії склалася багаторівнева система управління ЛЛ: контрактор передасть замовлення декільком субконтракторам, які, у свою чергу, співробітничать з субконтракторами нижчого рівня. Крупне японське автомобілебудівне підприємство має в середньому 300-400 субконтракторів.

Із субконтракторами першого рівня встановлюються прямі довгострокові стосунки. Такі гіганти японського автомобілебудування, як Nissan і Toyota, самостійно виробляють трохи більше використовуваних комплектуючих, отримуючи останні по субконтрактних замовленнях. Критеріями відбору субконтракторів служать в першу чергу не ціни, а якість, технічна сумісність виробів, надійність партнерів.

Зазвичай контракт полягає на період випуску певної моделі виробу і продовжується в майбутньому, якщо партнер задовольняє замовника. Що стосується ціни, то японські контрактори відмовилися від ідеї її збиття шляхом організації конкурентної боротьби між субконтракторами.

Особливістю японської моделі промислової кооперації є тісна виробничо-технічна інтеграція крупних замовників і дрібніших виконавців. Японська модель кооперації дозволяє сформувати галузеві і міжгалузеві кластери, що є її безперечною перевагою перед американською моделлю.

Аналізуючи дві представлені моделі промислової кооперації, експерти прийшли до виводу, що автомобільна промисловість Японії порівняно з автомобільною промисловістю США має на 300-600 доларів більший вигреш на вироблений автомобіль (ці цифри підтвердилися і для філій японських компаній за кордоном).

Організація договірних стосунків в системі SCM здійснюється, як правило, у вигляді двох основних форм.

Прямі договірні стосунки між контрактором (головним підприємством) і

субконтракторами – учасниками ЛЛ (характерний для виробництв з малою кількістю переділів і відносно невисоким рівнем вимог до якості продукції, що випускається). Прикладом може служити швацьке виробництво.

Ієрархічна структура стосунків (контрактор має договірні відношення лише з обмеженою кількістю субконтракторів першого рівня – Tier). Субконтрактори першого рівня будують власну систему стосунків з постачальниками матеріалів і субконтракторами. Така форма організації системи субконтрактних стосунків характерна для виробництв продукції високих переділів з підвищеним рівнем вимог до якості. Найбільш яскравим прикладом можуть служити автоскладальні підприємства.

Крім того, застосовуються різні змішані форми організації системи субконтрактних стосунків, що найбільш характерний для періоду становлення ринку субконтрактів в перехідному періоді.

Шанси і ризики коопераційної стратегії ведення бізнесу.

Облік чинників ризику має свої особливості на всіх етапах життєвого циклу кооперації.

Стосовно фаз ухвалення рішення про кооперацію і вибір партнерів найбільшої актуальності набувають питання;

організаційного ризику. На стадіях планування і реалізації робіт має сенс розгляд операційного ризику (проблематика операційного ризику буде детально розглянута в частині III). При побудові коопераційної стратегії ведення бізнесу підприємства неминуче стикаються не лише з новими можливостями, але і з новими потенційними небезпеками. У зв'язку з цим, особливого значення в розгляді проблеми організації коопераційної системи взаємодії підприємств набувають питання шансів і ризику [1]. У системі кооперації вони пов'язані з високим рівнем невизначеності ПЛС (дана проблематика буде детально розглянута в частині III).

До основних переваг кооперації відносяться можливість швидкого освоєння нових ринків, скорочення витрат, трансфер технологій і ноу-хау, додаткові інвестиційні можливості, можливості розділення ризику серед

партнерів в ЛЛ. До основних ризиків (недолікам) кооперації відносяться збільшення залежності від партнерів по бізнесу, ризик втрати ноу-хау і конкурентних позицій. Вплив перерахованих вище властивостей залежить від організаційної форми кооперації [1]. Нижче приведені загальні переваги і недоліки кооперації (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Загальні переваги і недоліки кооперації

Аспекти розгляду кооперації	Переваги	Недоліки
Ризик	Розподіл ризику між учасниками ЛЛ	Небезпека однобічного використання кооперації. Залежність від партнерів. Небезпека втрати ноу-хау. Прозорість маркетингової стратегії для конкурентів
Витрати	Зниження витрат як результат ефекту масштабу і скорочення транзакційних витрат	Витрати на ІТ. Тривалий термін ухвалення рішень. Витрати на реінтеграцію
Результат	Прискорене освоєння ринку. Розвиток стандартів і лідируючій позиції в системі	Необхідність колегіального узгодження Відсутність можливості однобічного використання конкурентної переваги
Ресурси	Посилення фінансового потенціалу Поліпшення оснащення майном. Зростання рівня працівників. Поповнення технічних ноу-хау	«Зв'язані» ресурси для коопераційного проекту

Причина виникнення організаційного ризику в системі кооперації пов'язана з відмінностями:

- у принципах корпоративного управління учасників ЛЛ;
- у цілях і завданнях ведення бізнесу;

у фінансових циклах компаній і так далі.

Таким чином, кооперація не лише сприяє розділенню ризику між учасниками ЛЛ і зниженню невизначеності, але і індукує створення нових ризиків, пов'язаних з взаємодією підприємств. Загальноприйнята схема обліку чинників ризику при організації системи БСМ включає чотири етапи [1]:

ідентифікація ризику;

оцінка ризику;

вироблення управлінських рішень по зниженню ризику;

розробка системи моніторингу ризику.

Розглянуті в даному розділі питання обліку чинників ризику пов'язані з організаційними аспектами системи кооперації. Існує і інша група ризиків – процесна, пов'язана з етапам синтезу і функціонування ЛЛ. Облік чинників ризику этой групи здійснюється на етапі планування ЛЛ і виконання робіт в ній.

На закінчення цього пункту слід зазначити, що фаза організації входження компанії в систему БСМ є надзвичайна важливою. Підприємства, стаючи учасниками ЛЛ, вибирають певну стратегію ведення бізнесу, а саме – коопераційну стратегію. Це рішення викликає необхідність змін в компанії. Тому на даному етапі дуже поважно правильно сформулювати цілі коопераційної стратегії, вибрати відповідну форму організації коопераційних стосунків, ретельно проаналізувати шанси і ризики, що виникають унаслідок участі підприємства в ЛЛ.

Після того, як рішення про вибір коопераційної стратегії ведення бізнесу прийняте, необхідно здійснити інтеграцію, підприємств в ЛЛ. Даний процес включає три основних етапи:

реінжиніринг і документування ключових бізнес-процесів;

розробку системи інтегрованого планування і управління;

створення єдиного інформаційного простору виробничих ЛС.

Фаза моделювання і реінжинірингу ключових бізнес-процесів [52] направлена на створення статичного інформаційного портрета системи БСМ.

Завданнями даного етапу є виявлення і опис міжорганізаційних бізнес-процесів за допомогою спеціальних інструментальних засобів їх моделювання. Невдачі в спробах впровадження комп'ютерних технологій в управлінні не в останню чергу обумовлені недооцінкою підготовчого етапу і, зокрема, недооцінкою значущості комплексної моделі бізнес-процесів. У даному параграфі розглядаються основні методики і інструментальні засоби моделювання бізнес-процесів.

1.3. Концепції моделювання бізнес-процесів

Основними засобами і методами моделювання логістичних і виробничих процесів в даний час є SCOR (Supply Chain Operation Reference-Model), ARIS (Architecture of Information Systems), UML (Unified Modeling Language), IDEF (Integration Definition for Function Modeling). Вони володіють різними можливостями і призначенням.

Розробка концепції ARIS почалася в середині 80-х років в Інституті економічної інформатики в університеті Саарбрюкен (Німеччина). З моменту публікації першого видання «Architektur integrierter Informationssysteme – ARIS» в 1991 році ідея документування бізнес-процесів за допомогою стандартних програмних продуктів на основі розробки їх моделей викликала великий інтерес у практиків.

Створена Л. В. Шеєром методологія ARIS, що використовує принципи оптимізації організаційних змін в рамках BPR (реінжинірингу бізнес-процесів), збереження бази знань організації, використання документації процесів для сертифікації по ISO 9000 і визначення їх витрат, а також вживання моделей для впровадження нових ІТ, знайшла широкий відгук і підтримку безлічі підприємств.

Багато в чому це було викликано співпрацею А. В. Леєра з SAP/R3. Йому удалося переконати керівництво SAP, що впровадження і експлуатація такої багатофункціональної системи, як R3, вимагає належної підтримки з боку

передпроектного моделювання процесів. Така підтримка була реалізована за допомогою набору модулів ARIS for R3 для документування і аналізу результатів проекту Початок використання ARIS в проектах SAP в значній мірі визначив подальший напрям розвитку і підвищення значущості методологій моделювання процесів.

Архітектура методології ARIS представляє чотирьох типів моделей, що відображають різні аспекти досліджуваної системи:

організаційні моделі, що представляють структуру системи (ієрархію організаційних підрозділів, посад і конкретних осіб, різноманіття зв'язків між ними і їх територіальне розміщення);

функціональні моделі (ієрархія цілей з сукупністю необхідних для їх досягнення «дерев» функцій);

інформаційні моделі, що відображають структуру інформації, необхідної для реалізації всієї сукупності функцій системи;

моделі управління, що представляють комплексний погляд на реалізацію ділових процесів в рамках системи.

Іншою особливістю методології ARIS, що забезпечує цілісність системи, що розробляється, є використання різних рівнів опису, що підтримує теорію життєвого циклу системи, що існує у сфері інформаційних технологій. В ARIS використовується трифазна модель життєвого циклу.

На рівні визначення вимог розробляються моделі, що описують те, що повинна робити система: як вона організована, які ділові процеси в ній присутні, які дані при цьому використовуються. На рівні проектної специфікації розробляється концепція інформаційної системи, яка на третьому рівні перетвориться у фізичний опис конкретних програмних і технічних засобів. Це завершальний етап проектування систем, за яким слідує етап фізичної реалізації (програмування).

У концепції ARIS був вперше сформульований системний підхід до передпроектної стадії впровадження ІТ на основі моделювання бізнес-процесів, орієнтованого на їх стандартизацію, документування і поліпшення. Реалізація

даного підходу знайшла віддзеркалення у вигляді розробки спеціальних застосувань, що забезпечують автоматизацію моделювання бізнес-процесів, можливості їх аналізу, контролю і коректування.

Іншим підходом до вирішення завдань комплексного обстеження підприємств і моделювання складних систем з'явилася розробка стандартів і методології сімейства IDEF, що дозволяють ефективно відображувати і аналізувати моделі діяльності подібних систем [52]. При цьому широта і глибина обстеження процесів в системі визначаються самим розробником, що дозволяє не перенавантажувати створювану модель зайвими даними.

Зараз до сімейства ГОЄІ можна віднести стандарти:

IDEF0 (методологія функціонального моделювання);

IDEF1 (методологія моделювання інформаційних потоків усередині системи, що дозволяє відображувати і аналізувати їх структуру і взаємозв'язки);

IDEF1X (методологія побудови реляційних структур і баз даних);

IDEF2 (методологія динамічного моделювання розвитку систем, побудовані на базі «розфарбованих мереж Петрі* (CPN – Color Petri Nets))

IDEF3 (методологія документування процесів, що відбуваються в системі, яка використовується, наприклад, при дослідженні технологічних процесів на підприємствах);

IDEF4 (методологія побудови об'єктно-орієнтованих систем);

IDEF5 (методологія онтологічного дослідження складних систем).

Найчастіше на практиці використовується методологія функціонального моделювання IDEF0, в основі якого лежать поняття функціонального блоку (Activity Box), інтерфейсної дуги (Arrow), декомпозиції (Decomposition) і глосарію (Glossary) Функціональний блок графічно зображується у вигляді прямокутника і є деякою конкретною функцією у рамках даної системи

По вимогах стандарту кожен функціональний блок повинен мати свій унікальний ідентифікаційний номер, а його назва має бути сформульована в дієслівному нахилі. Кожна з чотирьох сторін функціонального блоку має своє певне значення (роль):

управління (наприклад, технологічний план);
вхід (напівфабрикат);
вихід (готовий продукт);
механізм (цех, робітник).

Інтерфейсні дуги (потоки або стрілки) відповідають елементу системи, який обробляється функціональним блоком або робить інший вплив на функцію, що відображує даним функціональним блоком. Кожна інтерфейсна дуга повинна мати своє унікальне найменування (Arrow Label). Залежно від того, до якої із сторін личить дана інтерфейсна дуга, вона носить назву «входить», «витікаючою» або такою, що «управляє». Обов'язкова наявність інтерфейсних дуг, що управляють, є однією з головних особливостей стандарту IDEF0.

Принцип декомпозиції застосовується при розбитті складного процесу на складові його функції. При цьому рівень деталізації процесу визначається безпосередньо розробником моделі. Декомпозиція дозволяє поступово і структуровано представляти модель системи у вигляді ієрархічної структури окремих діаграм, що робить її менш переобтяженою і легшою для сприйняття. В процесі декомпозиції функціональний блок піддається деталізації на іншій діаграмі. Поважно відзначити, що в кожному випадку декомпозиції функціонального блоку всі інтерфейсні дуги, що входять в даний блок або витікають з нього, фіксуються на дочірній діаграмі. Цим досягається структурна цілісність моделі IDEF0.

Іншим підходом до моделювання логістичних і виробничих процесів з'явилася розробка в середині 90-х років методології UML (Unified Modeling Language). Засновниками даного підходу прийнято вважати Д. Румбаха, І. Якобсона, Г. Золить. Розробка мови UML почалась у компанії Rational в 1995 році з об'єднання методів G. Booch і техніки OMT, що розвивалася у той час (Object Modeling Technique). Процес розробки було вирішено зробити загальнодоступним. В 1997 року створена загальними зусиллями багатьох компаній специфікація мови була прийнята групою OMG (робочою групою по розвитку стандартів об'єктного програмування).

Мова UML була спеціально розроблена для розподіленого, паралельного і зв'язаного середовища і заснована на об'єктно-орієнтованому підході. Він не прив'язаний до якої-небудь окремої платформи або мови програмування, тому добре личить для з'єднання мереж різних систем, володіючи при цьому необхідною гнучкістю і здібністю до адаптації. Використання єдиної моделі UML, лежачої в основі як програмної коди, так і схем баз даних, дозволяє розробляти профіль моделювання баз даних, який дає можливість розробникові сконструювати логічну модель інформації і модель таблиць фізичної бази даних, отриману на основі цієї інформації.

UML підтримує всі стадії життєвого циклу проекту. Його вживання вистачає для повної підтримки розробки додатка. Особливість UML полягає в тому, що він оптимізований для вживання при розробці програмних систем, що дає можливість максимально прискорити розробку програмних продуктів і помітно поліпшити якість отримуваної системи. Крім того, об'єктно-орієнтований підхід дозволяє легко включати в систему нові об'єкти і виключати застарілі без істотної зміни життєздатності системи.

Якщо розглянути вище методології є загальними методами моделювання процесів, то модель SCOR була спеціально розроблена для реалізації SCM (управління логістичними ланцюгами). Це було викликано необхідністю створення методики моделювання SCM і однакового розуміння лежачих в основі цього методу процесів з подальшою їх оцінкою. Створення стандартизованої моделі процесів було ініційоване Радим з ланцюгів постачань (Supply Chain Council – SCC). SCC є ініціативним об'єднанням, яке було створено в 1996 році в США і налічує більше 800 підприємства-учасників. В 2005 році був створений Національний радий з ланцюгів постачань в Москві, що є членом Європейського радого з ланцюгів постачань.

Мета поради SCC – розробка і технічний опис стандартних моделей процесів (SCOR: Supply Chain Operation Reference) і обмін інформацією між підприємствами, включеними в логістичний ланцюг (ЛЛ). За допомогою SCOR-моделей мають бути створені єдині, порівнянні і пристосовані для оцінки модел

процесів усередині ЛЛ. SCOR описує процеси управління ланцюжками постачань і порівнює їх з даними бенчмаркінга (порівняння з еталоном) і функціями програмного забезпечення. Як допоміжний засіб SCOR має в своєму розпорядженні інструкції, стандартизовану термінологію і загальні показники для проведення бенчмаркінга ЛЛ.

Модель SCOR має трирівневу структуру [43]. У моделі першого рівня принципово розрізняються наступні основні види діяльності і процеси:

плани (всі підготовчі види діяльності по процесу, визначення ресурсів, об'єднання вимог служб постачання, виробництва і розміщення, планування використання потужностей аж до розподілу замовлень);

постачання (опис процесів придбання, здобуття, перевірки і надання матеріалів, що поступають);

виробництво (всі виробничі процеси);

постачання (визначення попиту, управління замовленнями і процес збуту, включаючи управління складами і транспортом).

Ці основні процеси описуються детальніше на наступних рівнях. Так, на другому рівні відбувається диференціація по 30 категоріям «типових» процесів, які потім на третьому рівні конфігуруються за допомогою елементів процесу враховуючи галузеві стандартні рекомендації. SCOR-модель дозволяє визначити процеси в Л Ц на оперативному рівні у вигляді обмежених приватних процесів і задокументувати як тимчасову і логічну послідовність виробничих циклів виконання

1.4. Ефективність концепції Supply Chain Management

У традиційних системах управління виробництвом та логістикою підприємства розглядаються як ізольовані елементи, що самостійно планують свої потреби та закупки. При такому підході виникають суттєві відхилення у всьому логістичному ланцюгу. Локальна оптимізація, неузгодженість дій

учасників логістичного ланцюга та недостатній інформаційний обмін призводять до так званого Bullwhip-ефекту [4].

Bullwhip-ефект є ситуацією, коли незначні зміни у попиті споживачів викликають значні похибки у планах інших учасників логістичного ланцюга (наприклад постачальників). Цей ефект викликає збільшення амплітуди коливання попиту по мірі руху інформаційного потоку по логістичному ланцюгу. Це може призвести до порушення безперебійного руху матеріальних та інформаційних потоків в логістичному ланцюгу, що у свою чергу може викликати невиконання заказів клієнтів (рис. 1.1).

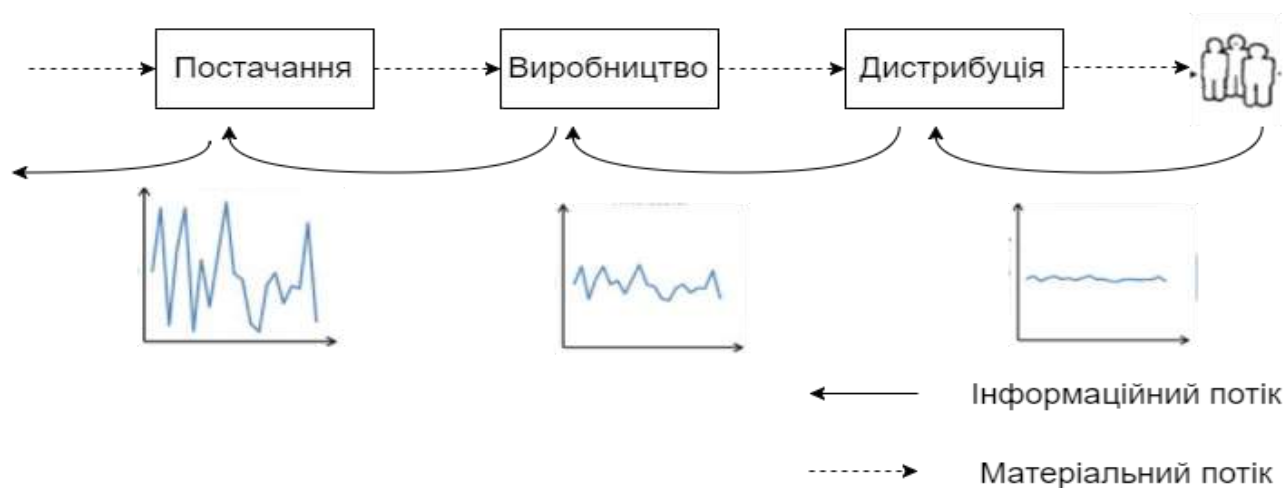


Рис. 1.1. Bullwhip-ефект

Серед основних причин цього ефекту можемо виділити наступні:

помилки при прогнозуванні попиту;

створення підприємствами додаткових страхових запасів;

коливання цін;

відхилення від планових термінів та об'ємів виробництва і поставок.

Зниження негативного впливу від Bullwhip-ефекту можливе за рахунок створення комплексної системи взаємодії підприємств, яка б містила в собі:

організацію коопераційних відносин;

реінжиніринг ключових бізнес-процесів та інтегроване планування й управління усім логістичним ланцюгом;

створення єдиного інформаційного простору для координування та комунікації усіх учасників логістичного ланцюга.

У зв'язку з цим розвивається концепція SCM – Supply Chain Management, тобто управління логістичними ланцюгами. SCM розглядається як цілісна концепція управління бізнесом, яка об'єднує в собі передові організаційні принципи та можливості сучасних інформаційних технологій. Тобто, Supply Chain Management – це системний підхід до інтегрованого планування та управління всім потоком інформації, матеріалів та послуг від постачальників сировини через підприємства та склади до кінцевого споживача [4].

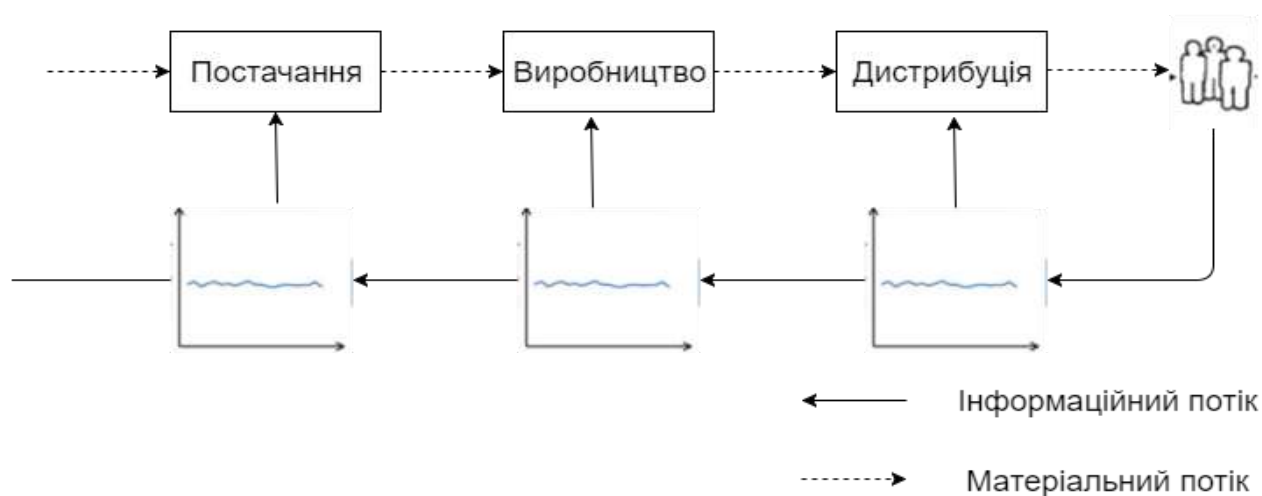


Рис. 1.2. Концепція SCM

Таблиця 1.2

Економічна ефективність концепції SCM

Напрямок підвищення ефективності	Джерело підвищення ефективності
1. Зниження страхових запасів.	1. Підвищення точності планування за рахунок єдиних інформаційних каналів та синхронізації бізнес-процесів.
2. Зниження ризиків та підвищення надійності планів і поставок.	
3. Зниження накладних та транзакційних витрат	2. Підвищення якості оперативного керування за рахунок неперервного моніторингу усього логістичного ланцюга, своєчасного виявлення відхилень у логістичному ланцюзі.

Для підприємства впровадження концепції SCM означає ведення бізнесу на принципах стратегічної взаємодії з постачальниками та клієнтами. Відмінність SCM від традиційних форм організації та керування підприємством полягає в синхронізації основних бізнес-процесів та моделей планування та управління на основі єдиних інформаційних каналів з постачальниками та клієнтами по всьому логістичному ланцюгу.

РОЗДІЛ 2. КООРДИНАЦІЯ В СИСТЕМІ SCM ЯК ЗАДАЧА РОЗПОДІЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ

2.1. Координація як функція управління

Скоординоване управління складною великомасштабною системою в реальному часі є важливою метою, яка повинна досягатися в найрізноманітніших областях. Проте з теоретичної точки зору вирішити це завдання досить важко, особливо в стохастичній постановці. Вище передбачалося, що це обумовлюється фундаментальним формулюванням завдань оптимального стохастичного управління з використанням централізованої моделі простору станів. Там же було запропоновано альтернативне формулювання, засноване на концепції домуля (цей термін відбувається, мабуть, від латинських слів *domus* (будинок, господарство) або *dominulus* (господар, власник, пан). Тут є зважаючи на незалежний агент, що приймає рішення, який має в своєму розпорядженні лише модель деякої підсистеми, в рамках якої він є "експертом" і який повинен спілкуватися з іншими агентами для досягнення деякого необхідного рівня якості функціонування всієї системи. Раніше розглядалося домулярна формулювання і приклад системи, яка може бути описана з її допомогою, а також деякі теоретичні властивості домулярної структури. У даній главі розглядатимуться механізми, засновані на фундаментальних взаємодіях між підсистемами для координації ухвалення рішень, і які є "кращими" в деякому загальносистемному сенсі. На користь такого напряму досліджень можна привести три основні аргументи:

колишні теоретико-технічні підходи до децентралізації з точки зору управління, засновані на єдиній централізованій моделі простору станів, не змогли створити загальну теорію розподіленого ухвалення рішень, яка володіла б необхідними характеристиками;

альтернативою єдиної централізованої моделі простору станів є

розподілена модель, в якій динаміка одного елементу залежить лише від загальних характеристик інших моделей;

існує безліч тих, що представляють інтерес великих систем, що мають структуру, для якої необхідна побудова розподіленої моделі.

Для подальшого опису методів координації визначимо його формально. Концепція "домуля" заснована на розподіленій моделі системи. Кожен "домуль" D_i , $i=1, \dots, N$ включає агента A_i і модель підсистеми M_i з

локальним простором станів X_i ;

локальним простором виходів Y_i ;

локальним простором вирішень U_i ;

вхідною безліччю дій – z_{1i}, \dots, z_{Ni} ;

вихідною безліччю взаємодій – z_{i1}, \dots, z_{iN} ;

динамікою локального об'єкту:

$$x_i(t+1) = f_i(x_i(t), z_{1i}(t), \dots, z_{Ni}(t), u_i(t)) = f_i(x_i(t), z_i(t), u_i(t)) \quad (2.1)$$

локальною функцією виходу:

$$y_i(t) = h_i(x_i(t), z_i(t)) \quad (2.2)$$

функцією агрегації:

$$z_{ij}(t) = g_{ij}(x_i(t)), j=1, \dots, N \quad (2.3)$$

локальною функцією витрат:

$$c_i(x_i(t), x_i(t+1), z_i, u_i) \quad (2.4)$$

Нижні індекси позначають агента, якому відповідає змінна; верхні індекси

відносяться в значенню змінних. Крім того, варіація конкретної змінної x описується таким чином:

- x^+ - майбутнє значення;
- x^- - минуле значення;
- x^* - оптимальне значення;
- \bar{x} - верхній кордон;
- \underline{x} - нижній кордон;
- \tilde{x} - послідовність значень x ;
- \hat{x} - абстрактна версія x .

Крім того, використовуються наступні функції витрат:

$v_i(x_i, \bar{z}_i, t)$ - локальні витрати, пов'язані з переходом (до деякому моменту T)

від x_i у момент t при взаємодії ;

$w_i(z_i, x_i, x_i^+, t)$ - мінімальні локальні витрати переходу від x_i до x_i^+ за t кроків при даних вхідних послідовностях взаємодій z_{1i}, \dots, z_{Ni} (обчислених за допомогою алгоритму прямого пошуку).

Структура системи визначається структурою взаємодій, що мають нетривіальний характер. Структура може бути описана за допомогою графа з N вершинами n_i , представляючими D_i , і із зв'язками (n_i, n_j) , відповідними кожному нетривіальному динамічному впливу станів D_i на стани D_j . Структури такого графа G з системою вершин N описуються таким чином.

Визначення 1. G є однозв'язним графом, якщо для будь-яких різних вершин n_i, n_k в N існує лише таке одна впорядкована безліч на N , (n_i, \dots, n_k) , що

або (n_i, n_{i+1}) або (n_{i+1}, n_i) знаходяться в G для $i=1, \dots, k-1$;

$n_i \neq n_j$ для будь-яких i, j .

Це вимагає того, аби існувала лише одна дорога від кожної вершини n_i до іншої вершини n_k , причому ця дорога може характеризуватися взаємодіями в будь-якому напрямі. Для таких однозв'язних систем складові їх "домулі", можуть бути розбиті на три безлічі.

Визначення 2. Домуль n є вищим, якщо не існує такого іншого n' , що (n, n')

є ребром G .

Визначення 3. Домуль n є нижчим, якщо не існує такого іншого n' , що (n', n) входить в G .

Визначення 4. Домуль n є середнім, якщо він не належить ні до вищого, ні до нижчого класу.

Іншою концепцією, що відноситься до однозв'язних структур, є відношення індукції, яке упорядковує вершини деяким чином.

Визначення 5. Відношення індукції H на вершинах однозв'язного графа повинне задовольняти наступним двом умовам:

якщо (n_i, n_j) входить в G , то або (n_i, n_j) або (n_j, n_i) належить H , але разом вони ніколи йому не належать;

для будь-якого n_i існує принаймні одна така вершина n_j , що (n_i, n_j) належить H .

Відношення H забезпечує такий спосіб обробки G , що кожна лінія зв'язку прокладається один раз. З визначення 1 і властивості 2 негайно витікає, що є лише одна така вершина n_i , що не існує жодній n_j , для якої (n_i, n_j) належить H (якщо G не розпадається на незв'язні підмножини).

Визначення 6. Вершина n_i передує n_j , якщо (n_i, n_j) належить H ; вона слідує за n_j , якщо (n_j, n_i) належить H . Вершина, що не має попередника, є початковою; вершина, що не має послідовника, є кінцевою.

Як буде показано в наступному розділі, H може визначати "перебіг" процесу координації. Оскільки є N можливих стосунків індукції H (одне для кожної кінцевої вершини), то це передбачає, що існує N можливих потоків.

Однозв'язні системи мають специфічну структуру без циклів і паралельних доріг між вершинами, наявність яких могла б ускладнити стратегію координації. Інші класи структур, що представляють інтерес, включають наступне.

Визначення 7. У ієрархічній системі кожен агент впливає лише на єдиного іншого агента; для кожної вершини n_i існує не більше однієї такої n_j , що $(n_i, n_j) \in H$. Отже, ця система є однозв'язною.

Визначення 8. Система є двозв'язною, якщо вона включає однозв'язний

граф і може бути побудована на його основі за допомогою додавання лише зв'язків (n_i, n_j) до (n_j, n_i) . Таким чином, якщо L_2 є відношенням взаємодії для двозв'язної системи, то існує таке L_1 , що $L_2 \subseteq L_1$ і L_1 описує однозв'язну систему; крім того

$$L_2 \subseteq \{(i,j) | (i,j) \in L_1, \text{ или } (j,i) \in L_1\} \quad (2.5)$$

Двозв'язна система допускає, отже, двонаправлені потоки взаємодій між агентами в структурі, яка інакше буде однозв'язною системою. Тому вона корисна для моделювання систем, що описують взаємодії в процесі обміну (наприклад, ринків).

Визначення 9. Ациклічною є така система, що для кожного зв'язку (n_i, n_j) не існує послідовності зв'язків, що починається в n_j і повертається до n_i . Іншими словами, не існує такої пари різних вершин n_i і n_j , що як (n_i, n_j) , так і (n_j, n_i) є елементами транзитивного замикання L . Нарешті, в загальному випадку структура системи не висуває жодних обмеження на G .

Отже, в даному контексті є п'ять класів структур систем, що представляють інтерес. Нижче буде показано, що кожен клас має особливі властивості з точки зору механізмів координації, що розглядаються далі. Функцій локальних витрат, визначених для кожного домуля в (2.4), недостатньо для опису мети групи ЛПР (агентів). Класичний спосіб об'єднання функцій локальних витрат в одну загальносистемну цільову функцію пов'язаний з трактуванням агентів, що приймають рішення, як групи таким чином.

Визначення 10. Мета групи така, що кожен агент прагне до

$$\min_{\tilde{u}_i} \max_{\gamma_i} \sum_{i=1}^N \sum_{t=0}^{T-1} c_i(x_i(t), x_i(t+1), \bar{z}_i(t), u_i(t)) \quad (2.6)$$

де γ_i – множина чинників невизначеності для D_i .

Ключовими аспектами цієї цільової функції є те, що вона адитивно

сепарабельна в часі і просторі, оптимізує довгострокове функціонування і вимагає ухвалення рішень для досягнення єдиної мети. Динаміка моделей виражається співвідношенням витрат до різних моментів часу.

Безліч g_i відображає той факт, що загалом окремі агенти повинні приймати рішення, засновані на неповному знанні структури системи. Оскільки принцип комунікації в термінах змінних взаємодій зазвичай перешкоджає повному усуненню чинників невизначеності g_i з часом, загальна мета повинна формулюватися з врахуванням цієї невизначеності. Точна безліч g_i залежатиме від того, що саме повідомляється агентові. Відмітимо, що використання невизначеності для моделювання неповного знання моделі системи може привести до консервативної стратегії, оскільки кожен агент розраховує "на гірший випадок", який може ніколи не реалізуватися. Витрати, що прогнозуються стратегією, що враховує невизначеність, є через це верхнім кордоном дійсних витрат, які, у свою чергу, можуть бути вище за витрати, відповідні глобальному оптимуму.

Протилежністю групової мети є структура індивідуальної мети, коли кожен агент зацікавлений лише в мінімізації своїх власних локальних витрат. Між цими двома крайніми крапками лежить цілий ряд групових цілей, коли різні групи агентів працюють спільно для досягнення загальної мети, але при цьому кожна група має відмінну від інших мету. В рамках такого підходу можна моделювати декілька організацій, що конкурують один з одним.

Визначення 11. Індивідуальна мета така, що кожен учасник D_i прагнути реалізувати

$$\min_{\tilde{u}_i} \max_{\gamma_i} \sum_{t=0}^{T-1} c_i(x_t, x_t^+, \tilde{z}_t, u_t) \quad (2.7)$$

де максимізація охоплює невизначеність, яка не була усунена в процесі комунікацій.

Визначення 12. Групова мета включає визначення розбиття M на безлічі

домулей N , причому

$$|M|=M \quad (2.8)$$

$$\cup m_i = N \quad m_i \cap m_j = \emptyset \text{ якщо } i \neq j \quad (2.9)$$

Тоді для кожного агента j в групі m_i метою буде

$$\min_{\tilde{u}_i} \max_{\gamma_i} \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{k \in m_i} c_i(x_k, x_k^+, \bar{z}_k, u_k) \quad (2.10)$$

Як і в цільовій функції групи функціонал (2.10) виражений у вигляді суми локальних витрат усередині групи.

2.2. Класифікація задач і моделей координації

Максимально структурованою проблемою є координація для однозв'язної системи. Однозв'язні системи характеризуються тим, що вирішення одного агента можуть впливати на підсистему іншого агента лише через єдину послідовність домулей. У цьому розділі описуються шість різних стратегій координації для завдань такого типу. Кожна стратегія відображає принципи, сформульовані в попередній главі.

Передбачаючи різних типів комунікації між взаємодіючими агентами, можна досліджувати декілька точок компромісу між складністю і оптимальністю. Кожна стратегія відображає три критерії:

Координація, здійснена шляхом відбору послідовностей взаємодій, що дають добрі результати по продуктивності, потім вирішує результуючі незалежні локальні завдання для визначення локальних входів, що управляють.

Просування вперед в часі здійснюється лише в міру необхідності або допустимості.

Використання невизначеності для забезпечення локальної автономії для агентів у тому випадку, коли неповнота знань перешкоджає досягненню досконалої координації.

Оскільки кожен агент може використовувати свою локальну модель, принаймні в деякій мірі, для прогнозу майбутніх наслідків своїх дій, можуть бути отримані деякі обмеження на функціонування системи. Оскільки різні типи комунікацій покращують можливості кожного агента зменшити невизначеність майбутніх подій, то ці обмеження можуть уточнюватися у міру вдосконалення комунікаційних процесів. Необхідно відзначити, що цей підхід до комунікації як до засобу вдосконалення локальних моделей, а не як до методу коректування щільності умовної вірогідності для простору станів, є основною особливістю даного підходу.

Перша з шести стратегій відноситься до статичного або однокрокового завдання. Облік динаміки сильно ускладнює завдання, тому спочатку стратегія ухвалення рішення розглядається для випадку відсутності комунікацій між агентами. Одне узагальнення цієї моделі дозволяє агентові лише прогнозувати для інших учасників взаємодії, що породжуються його діями; інше узагальнення допускає повну координацію, але лише для кінцевого майбутнього періоду. Включення лише апріорної комунікації дозволяє врахувати абстрактне припущення про те, що кожен агент має в своєму розпорядженні деяку інформацію про поведінку зовнішніх для нього підсистем. Нарешті, поєднання повної координації для кінцевого майбутнього періоду з цією абстракцією дозволяє сформулювати механізм координації гібридного типу. Завершальна частина глави розглядає проблеми вживання цих механізмів.

Статичні системи.

У статичному завданні кожен агент трактується як учасник, що приймає лише одне рішення. У домулярній постановці необхідно личити до формулювання завдання з урахуванням того, що вирішення одного агента може впливати на стан іншого, інакше необхідність в комунікації зникає. У однозв'язній системі варіанти такої дії обмежені і, таким чином, накладають

обмеження на порядок, відповідно до якого різні агенти повинні приймати рішення, якщо всі можливі взаємодії обов'язково мають місце. Перше рішення повинне прийматися молодшим агентом, останнє – старшим учасником; моменти вирішення t_i агента i визначаються по формулі

$$t_i = t_j + 1$$

для всіх j , таких що D_j впливає на D_i (таке впорядкування цілком можливо для будь-якої однозв'язної системи). З врахуванням t_j статичне завдання ухвалення рішення матиме вигляд

$$\min_{u_i(t_i)} \sum_{i=1}^N c_i(x_i(t_i), x_i(t_i + 1), \bar{z}_i(t_i), u_i(t_i)) \quad (2.11)$$

за умов

$$x_i(t_i + 1) = f_i(x_i(t_i), \bar{z}_i(t_i), u_i(t_i)) \quad (2.12)$$

$$z_{ij}(t_j) = g_{ij}(x_i(t_j)) \quad (2.13)$$

де (2.13) взаємозв'язує домулі так, що необхідна координація.

Аби ЛПР (агент) міг прийняти оптимальне рішення, він повинен знати витрати, які понесе остання частина системи, коли вона породжує взаємодії або відповідає на них. Якщо ці витрати відомі, то агент D_i може вибирати

$$u_i^*, \bar{z}_i^*, \bar{z}^* = \text{args} \min \{c_i(x_i(t_i), x_i^+(t_i + 1), \bar{z}_i(t_i), u_i) + \sum_j p_{ji}(z_{ji}(t_i)) + \sum_j r_{ij}(z_{ij}(t_i + 1))\} \quad (2.14)$$

де \bar{z}_i – безліч взаємодій, що впливають на $D_i = \{z_{ij}\}$;

${}_i \bar{z}$ – безліч взаємодій, породжуваних $D_i = \{z_{ij}\}$;

$p_{ji}(z_{ji})$ – мінімальні витрати, пов'язані з взаємодіями z_{ji} , породженими учасником D_j і агентами, що впливають на нього;

$r_{ij}(z_{ij})$ – мінімальні витрати, пов'язані з відповіддю на z_{ij} D_j і інших зачеплених цією взаємодією агентів.

Сенс (2.14) полягає в методі розрахунку $r_{ij}(\bullet)$ і $p_{ji}(\bullet)$. Ці функції витрат визначаються покроковим проходом системи, визначуваним індукційним відношення Н.

Нижче розглядається алгоритм, який спочатку індуктивно обчислює $g_{ij}(\cdot)$ і $p_{ji}(\cdot)$, а потім використовує їх для погодженого вибору ці.

Алгоритм 1. Координація в статичній групі.

Етап I: хай для будь-якого домуля D_i існує його єдиний послідовник D_k в Н. Хай також:

для всіх попередників D_j , що впливають на D_i , відомі $p_{ji}(z_{ji})$, які повідомляються D_i ;

для всіх попередників D_j , які торкнулися D_i , $g_{ij}(z_{ij})$ повідомляються D_i .

Тоді:

якщо D_k впливає на D_i , то D_k повідомляється функція

$$r_{ki}(z_{ki}) = \min_{\substack{u_i \\ j \neq k, i}} \min_{z_{ji}} \{c_i(x_i, x_i^+, \bar{z}_i, u_i) + \sum_{\substack{\text{affectors} \\ \neq k}} p_{ji}(z_{ji}) + \sum_{\text{affectees}} r_{ij}(z_{ij})\} \quad (2.15)$$

де z_{ki} , що є елементом, є вільній змінній, а англійські терміни *affectors* і *affectee* означають відповідно агентів, що впливають і агентів, що підпадають під вплив інших учасників; або

якщо на D_k впливає D_i , то передається функція

$$p_{ik}(z_{ik}) = \min_{u_i} \min_{z_{ji}} \{c_i(x_i, x_i^+, \bar{z}_i, u_i) + \sum_{\text{affectors}} p_{ji}(z_{ji}) + \sum_{\substack{\text{affectees} \\ \neq k}} r_{ij}(z_{ij})\} \quad (2.16)$$

за умови

$$g_{ik}(x_i^+) = z_{ik} \quad (2.17)$$

Потрібно відзначити, що якщо D_i є вихідним домулем, то він не має попередників в H і, отже, безліч тих, що впливають і схильних до впливу агентів, зовнішніх для D_k , порожньо, і $g_{ik}()$ і $p_{ik}()$ можуть бути обчислені відразу. Якщо D_i є кінцевим домулем, то не існує послідовника D_k і, отже, не потрібно обчислювати $g_{ki}(\cdot)$ або $p_{ik}()$.

Етап II. Знову для будь-якого D_i , для якого D_k є єдиним послідовником в H , передбачається, що D_k передає величину

$$\begin{aligned} z_{ki}^* & \text{ якщо } D_k \text{ впливає на } D_i; \\ z_{ik}^* & \text{ якщо } D_k \text{ підпало під вплив } D_i; \end{aligned} \quad (2.18)$$

ця величина є оптимальним значенням змінних взаємодії між D_i і D_k . Потім D_i може:

обчислити аргументи, що мінімізують (2.15) якщо D_k впливає на D_i при .

обчислити аргумент, що мінімізує (2.16) якщо D_k випробовує вплив D_i при новому обмеженні

$$g_{ik}(x_i^+) = z_{ik}^* \quad (2.19)$$

якщо на D_k вплинув D_i , і передати отримані в результаті або відповідному D_j . Слід звернути увагу, що якщо D_i є початковим, то цей крок зводиться до розрахунку локального оптимуму u_i ; якщо D_i кінцевий, то він зводиться до рішення (2.14).

Це був варіант просторового алгоритму рішення задачі динамічного програмування, в якому етап I був прямим прогоном в системі для обчислення функцій витрат $p_{ij}(\cdot)$ і $g_{ij}(\cdot)$ і зворотним прогоном для розрахунку рішень.

Теорема I. Управління, обчислені по алгоритму I, є оптимальними в глобальному сенсі.

Доказ здійснюється по індукції, наступній з визначення N. Кожне p_{ji} або r_{ij} дає оптимальні витрати, пов'язані із зародженням або відповіддю на взаємодії, а (2.15) -(2.16) забезпечує обчислення доумлем D_i величин p_{ik} або r_{ki} , що володіють цією властивістю. Вираження (2.14) забезпечує вибір кінцевим доумлем глобально оптимальних значень, які потім розкриваються операціями стадії II. Таким чином, це прості маніпуляції з мінімізуючими операторами в (2.14), які показують, що оптимізація з декомпозицією еквівалентна необхідній глобальній оптимізації.

Алгоритм I може бути узагальнений для вирішення динамічних завдань з незамкнутим контуром за допомогою незначної зміни однокрокового завдання. Структура завдання не змінюється при заміні понять станів, управлінь і взаємодій на послідовності станів, управлінь і взаємодій для періоду $[0, T]$ і рішенні задачі для визначення оптимальних рішень в разі незамкнутого контура. Величини $p_{ij}(\cdot)$ і $r_{ij}(\cdot)$ мають бути визначені для, а кожен мінімізуючий член повинен модифікуватися для обліку підсумовування за часом (потрібно відзначити, що використання послідовностей взаємодій позбавляє від необхідності в інших моделях підсистем). При такій постановці завдання великий горизонт часу наводить до значного ускладнення комунікацій, які експоненціально залежать від T .

Таким чином, статичні завдання можуть дати оптимальну децентралізацію рішень в разі досконалої комунікації. Нижче розглядатиметься метод координації динамічних систем в іншому граничному випадку, коли в моделі використовується невизначеність при повній відсутності можливостей комунікації.

Координації без комунікації.

У цій частині глави розглядається проблема ухвалення рішень в умовах, коли учасники взагалі не можуть повідомлятися один з одним. Кожен з них може лише намагатися мінімізувати свою власну локальну долю в загальних витратах,

коли неможливо передбачати вирішення інших агентів або оцінити свій вплив на інших учасників. Через невизначеність взаємодій, що впливають на агентів, вони дотримуватимуться мінімаксного підходу при ухваленні рішень.

З врахуванням цих міркувань завдання для D_i формулюється таким чином: при даних $x_i(t)$ і всіх $z_{ji}(t)$ (через припущення про те, що поточні взаємодії повністю відомі) необхідно визначити $u_i(t)$, для якого

$$\min_{u_i} \max_{\bar{z}_i} \min_{\tilde{u}_i} \sum_{\tau=t}^{T-1} c_i(x_i(\tau), x_i(\tau+1), z_i(\tau), u_i(\tau)) \quad (2.20)$$

при обліку динаміки локальних моделей. Слід зазначити, що обчислення мінімуму-максимуму по i повинно бути таким, аби воно відображало той факт, що кожен вибір $u_i(t)$ зроблений з врахуванням поточних і минулих значень всіх i .

Вирішення цих локальних завдань може бути отримане за допомогою динамічного програмування, використовуюваного в теорії динамічних ігор. Хай позначає найменші гарантовані витрати по переходу, коли локальна система знаходиться в змозі x_i в такий момент t , безпосередньо перед яким буде отримана інформація про $z_i(t)$. Тоді у момент $t-1$ домуль D_i , знаючи $z_i(t-1)$ здійснюватиме пошук

$$\min_{u_i} \{c_i(x_i(t-1), x_i(t), \bar{z}_i(t-1), u_i) + \bar{v}_i(x_i(t), t)\} \quad (2.21)$$

для поточного стану $x_i(t-1)$. Припущення про те, що всі сусіди діють найбільш несприятливим чином (у локальному сенсі), наводить до того, що взаємодії, що дійсно відбуваються, характеризуються тим, що

$$\max_{\bar{z}_i(t-1)} \min_{u_i} \{c_i(x_i(t-1), x_i(t), \bar{z}_i(t-1), u_i) + \bar{v}_i(x_i(t), t)\} \quad (2.22)$$

звідки

$$\bar{v}_i(x_i, t-1) = \max_{\bar{z}_i} \min_{u_i} \{c_i(x_i(t-1), x_i(t), \bar{z}_i, u_i) + \bar{v}_i(x_i(t), t)\} \quad (2.23)$$

Рішення наближається до

$$\bar{v}_i(x_i, t) = \bar{v}_i(x_i) + \bar{g}_i t \quad (2.24)$$

(якщо простір станів досяжний, коли $T \rightarrow \infty$).

Протилежне припущення дає значення як верхнє обмеження дійсних витрат переходу, коли система знаходиться в x_i у момент t . Нижній кордон може бути знайдений при припущенні, що між сусідами існує тісна співпраця, при якій вони породжують лише ті взаємодії, які потрібні для оптимального переміщення.

Послідовність

$$v_i(x_i, t-1) = \min_{\bar{z}_i} \min_{u_i} \{c_i(x_i(t-1), x_i(t), \bar{z}_i, u_i) + v_i(x_i(t), t)\} \quad (2.25)$$

обчислює цей нижній кордон, оскільки вона сходиться до значення

$$v_i(x_i, t) = v_i(x_i) + g_i t. \quad (2.26)$$

Значення (2.24) і (2.26) як задають кордони дійсних середніх локальних витрат

$$\bar{g}_i \geq \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} c_i(x_i(t), x_i(t+1), \bar{z}_i(t), u_i(t)) \geq g_i \quad (2.27)$$

так і визначають стратегію рішення

$$u_i^*(t) = \arg \min_{u_i} \{c_i(x_i(t), x(t+1), \bar{z}_i(t), u_i(t)) + \bar{v}_i(x_i(t+1))\} \quad (2.28)$$

Щільність кордонів вказує на необхідність комунікацій для поліпшення локального функціонування D_i . Стратегія рішення може бути реалізована за допомогою попереднього обчислення значення і рішення (2.28). Отже, алгоритм полягає в наступному.

Алгоритм 2 (без комунікацій). Для кожного домуля з обліком (23) і (24) обчислюється . З обліком (28) вибирається $u_i(t)$. Для оцінки локальної ефективності цієї стратегії обчислюється з обліком (23) -(26).

Ця стратегія використовується в системах, де кожен агент нічого не знає про систему поза своєю локальною моделлю (апріорі або в реальному часі), через що необхідно використовувати невизначеність і мінімакський критерій ухвалення рішень, який, у свою чергу, наводить до субоптимальності в сенсі групи. У подальших розділах розглядаються методи поліпшення загального функціонування шляхом зменшення невизначеності, з врахуванням якої повинен складати свій план кожен учасник.

Координація з прогнозом.

Першим кроком у напрямі вдосконалення функціонування системи міг би бути облік комунікації по каналах зв'язку в графові G , коли кожен агент прогнозує породжувані їм майбутні взаємодії. У міру того, як учасники, на яких впливають ці взаємодії, отримують прогнози, вони можуть визначити пов'язану з мінімальними витратами відповідь і тим самим передбачити взаємодії, що впливають на інших агентів. Обмеження на локальні витрати ставатимуть менш жорсткими у міру зменшення невизначеності про вхідні взаємодії; проте, загальна координація з точки зору групи буде все ще субоптимальною, оскільки жоден учасник не розглядає прийняття локально субоптимального рішення для того, щоб породити послідовність взаємодій, яка знижує витрати в інших частинах системи.

Потрібно відзначити, що прогнози взаємодій загалом змінюватимуться в

часі, так що потрібно буде використовувати алгоритм пошуку з прямим прогоном. Якщо він сходиться за кінцевий час, то послідовності прогнозів повинні охоплювати лише кінцевий період.

Отже, основним параметром цієї стратегії є довжина прогнозованої послідовності взаємодій T . Для безконечного T всі використовувані агентами алгоритми з прямим прогоном сходяться. Якщо T обмежене (наприклад, ресурсами комунікацій), то кожен D_i може робити точні прогнози змінних взаємодій лише для горизонту $T-t_i$, де t_i – період, необхідний для збіжності прямого алгоритму. Звичайно, D_i може завжди робити прогноз на один наступний етап, коли визначено поточне управління. Потрібно відзначити, що якщо прогнози охоплюють недостатньо тривалий період часу, через що алгоритм прямого пошуку не сходиться в домуле, одержуючому ці прогнози, то цей алгоритм має бути передчасно зупинений. Аби зробити це (в умовах, коли для моделювання знань, недоступних агентів, використовується невизначеність), потрібно віднести кінцеві витрати по формулі (2.24) на обчислення по алгоритму прямого пошуку після t_i кроків

$$u_j^* = \min_{\substack{u_j \\ x_j^+}} w_j(\bar{z}_j; x_j, x_j^+, u_j, t_j) + \bar{v}_j(x_j^+) \quad (2.29)$$

де t_j – мінімальна тривалість періоду прогнозів, отримуваних D_j . Це еквівалентно припущенню, що вхідні взаємодії набудуть прогнозних значень протягом періоду t_i , після чого вони повертаються у величинам, відповідним гіршому випадку.

Алгоритм 3: координація з прогнозом. Молодші агенти визначають локальні рішення, що відносяться до майбутнього, настільки, наскільки це можливо; прогнозують послідовність взаємодій, що є результатом цих рішень, і посилають їх тим домулям, яких це стосується.

Середні агенти отримують прогноз послідовностей взаємодій від всіх

інших учасників, що впливають на них.

Якщо алгоритм прямого прогону сходиться, то він використовується для визначення по можливості більшої кількості рішень, станів і взаємодій.

Якщо він не сходиться, то використовується (2.29) для визначення поточного управління, потім прогнозується наступний стан і взаємодія (лише однокроковий прогноз) і прогнози взаємодій посилаються тим агентам, які торкнулися ними.

Старші агенти: використовується середній алгоритм, але лише для визначення поточного управління. Необхідності в прогнозах немає.

Отже, метод координації дозволяє уточнити кордони функціонування в порівнянні з випадком відсутності комунікацій, оскільки прогнози взаємодій зменшують невизначеність, яку повинен враховувати кожен локальний агент.

Координація для обмеженого горизонту.

У цьому розділі розглядатиметься ефективніша форма координації, коли комунікація є двонаправленою і здійснюється з врахуванням мінімальних витрат, пов'язаних з первинним формуванням або відповіддю на можливі послідовності взаємодій на кінцевому інтервалі часу. Підхід полягає у виборі кращої загальної взаємодії для деякого фіксованого горизонту T при заданій загальній невизначеності, пов'язаній з взаємодіями після моменту T . Для цих цілей потрібний метод розрахунку витрат, обумовлених породженням або відповіддю на кожну послідовність взаємодій, для кожної ланки системи (відповідно до впорядкування по N) з урахуванням того, що:

кожен агент обчислює функції цих витрат на підставі лише інформації, що є в локальних ланок;

передбачається, що відсутня інформація приймає найбільш несприятливі для ЛПР значення;

кожен агент може передивлятися свої плани на кожному тимчасовому кроці для включення нової інформації про процес координації.

Алгоритм координації для кінцевого горизонту є узагальненням статистичного алгоритму 1, де вибір z_{ij} замінений на вибір послідовностей z_{ij} ,

для горизонту T і, отже, r_{ji} і g_{ij} замінені на функції .

Алгоритм 4: Координація з обмеженим горизонтом.

Стадія I: кожен домунь отримує від попередників, що впливають на нього, і від тих агентів, на яких він робить вплив. Процес включає наступні розрахунки:

якщо послідовники D_k впливають на нього, то

$$r_{ki}(\tilde{z}_{ki}) = \min_{\tilde{u}_i} \min_{\substack{\tilde{z}_{ij} \\ \tilde{z}_{ji: j \neq k}}} w_i(\tilde{z}_i; x_i, x_i^+, \tilde{u}_i, T) + \bar{v}_i(x_i^+) + \\ + \sum_{\substack{\text{affectors} \\ \neq k}} p_{ji}(\tilde{z}_{ji}) + \sum_{\text{affectees}} r_{ij}(\tilde{z}_i) \quad (2.30)$$

при динамічних обмеженнях M_i і вільною змінною ;

б) якщо на D_k було зроблено вплив, то

$$p_{ik}(\tilde{z}_{ik}) = \min_{\tilde{u}_i} \min_{\substack{\tilde{z}_{ij: j \neq k} \\ \tilde{z}_{ji}}} w_i(\tilde{z}_i, x_i, x_i^+, \tilde{u}_i, T) + \bar{v}_i(x_i^+) + \\ + \sum_{\text{affectors}} p_{ji}(\tilde{z}_{ji}) + \sum_{\substack{\text{affectees} \\ \neq k}} r_{ij}(\tilde{z}_{ij}) \quad (2.31)$$

при обмеженні M_i і

$$g_{ij}(\tilde{x}_i) = \tilde{z}_{ij} \quad (2.32)$$

І знову вихідні домуні лише мінімізують; кінцевий домунь лише приймає функції, що повідомляються.

Стадія II. Кожен D_i отримує від свого спадкоємця з вказівкою вибраній послідовності взаємодії. Потім він відшукує аргументи, що мінімізують (2.30) або (2.31), передбачаючи, що набутих значень породжені (або мають бути

породжені), посилаючи їх відповідним попередникам і використовуючи перший елемент як власне управління.

Вихідні домулі лише вирішують задачу для i і використовують \tilde{z}_{ij} ; кінцеві домулі вирішують задачу

$$\min_{\tilde{u}_i} \min_{\substack{\tilde{z}_{ij} \\ \tilde{z}_{ji}}} w_i(\tilde{z}_i; x_i, x_i^+, \tilde{u}_i, T) + \bar{v}_i(x_i^+) + \sum_{\text{affectors}} p_{ji}(\tilde{z}_{ji}) + \sum_{\text{affectees}} r_{ij}(\tilde{z}_{ij}) \quad (2.33)$$

при обмеженнях, заданих в їх моделях.

Оскільки цей алгоритм враховує вплив вирішень одного агента на його сусідів (хоча і для кінцевого періоду), можна чекати, що він дасть кращі обмеження функціонування в порівнянні із стратегією одного прогнозу. Це можна показати, використовуючи міркування про те, що траєкторія, вибрана прогнозною стратегією, завжди доступна для вибору на основі стратегії кінцевого періоду, а вона, у свою чергу, вибирається лише тоді, коли відомо, що вона краще в глобальному сенсі, чим прогноз.

Стратегія кінцевого горизонту пов'язана з двома труднощами:

комунікаційне навантаження зростає експоненційно із збільшенням горизонту (якщо система не має спеціальної структури) і

відносно короткі горизонти не дають великого поліпшення функціонування, оскільки на оцінки витрат сильніше впливає статичне оцінювання в порівнянні з динамічною структурою.

Вище йшла мова про практичне використання цієї стратегії при визначенні компромісу між комунікаційними можливостями і функціонуванням системи з координацією рішень. У міру збільшення горизонту T збільшуються і комунікації, але тут слід звернутися до наступної теореми.

Теорема 2: із збільшенням T функціонування системи з координацією в рамках кінцевого періоду досягає оптимуму.

Доказ: оскільки T збільшує простори, через які виконується міжмулярна

координація, величини наближають простори, які були б використані при статичній координації до . Оскільки в останньому випадку породжується оптимальна послідовність взаємодій, послідовність, вибрана з використанням, наблизатиметься до цього оптимуму.

Координація з абстракцією.

Після стратегій, що використали зростаючі об'єми внутрісистемних комунікацій в цілях вдосконалення функціонування, в цьому розділі розглядатиметься концепція абстракції. Відповідно до цієї концепції кожен агент має спрощену модель зовнішньої системи, яка може використовуватися для зменшення невизначеності, зв'язаної або з вхідними взаємодіями, або з напрямом, слідуючи по якому рішення можуть привести до збільшення або скорочення витрат в інших підсистемах. Аби уникнути проблем збіжності, пов'язаних з методами, що ідентифікують такі внутрісистемні моделі, використовуватимемо підхід, по якому за допомогою побудови однієї моделі можна охопити систему до того, як потрібно буде приймати реальні рішення.

У цій процедурі використовується відношення індукції N для побудови абстрактних моделей частин системи, що послідовно розширюються, аж до того моменту, коли кінцевий домуль матиме одну спрощену модель всієї системи. Кожен агент отримує абстрактні моделі від своїх попередників, будує гібридну модель, додаючи в неї власну динаміку стану, і далі передає абстракцію гібрида наступникові. Потім (без використання додаткових комунікацій) абстракція може використовуватися для зменшення невизначеності відносно того, які взаємодії породжуватимуться молодшими учасниками. Це дозволить уточнити обмеження на процес функціонування системи. Оскільки взаємодії однакові з точки зору вимірів, абстракція в домулях буде кориснішою в тих випадках, коли модель молодшого учасника передається старшому агентові, а не навпаки. Таким чином, ця стратегія більшою мірою застосовна до випадків, в яких N максимально паралельно G і, отже, краще всього личить для дослідження систем, що мають деревовидну структуру (ієрархій).

Алгоритм N , що породжує абстрактні моделі, полягає в наступному.

Алгоритм 5: процес створення абстрактних моделей. Кожен D_i отримує абстрактну модель від своїх попередників D_j . Він може побудувати проміжну модель із станом $x_i' = (x_i, \hat{x}_i, \dots, \hat{x}_N)$.

Функція переходу

$$f_i' = (x_i', \bar{z}_i, u_i) = (f_i(x_i, \bar{z}_i, u_i), \hat{f}_1(\hat{x}_1, z_{1i}), \hat{f}_2(\hat{x}_2, z_{2i}), \dots) \quad (2.34)$$

Функція витрат

$$c_i'(x_i', \bar{z}_i, u_i) = c_i(x_i, x_i^+, \bar{z}_i, u_i) + \sum_{j=1}^n \hat{c}_j(\hat{x}_j, z_{ji}) \quad (2.35)$$

Функція агрегації:

$$g_{ij}'(x_i') = g_{ij}(x_i) \quad (2.36)$$

може бути побудована як абстракція цієї проміжної моделі і передана агентіві, передуванню D_i . Якщо D_i є початковим, він створює абстракцію безпосередньо на основі своєї локальної моделі; якщо D_i є кінцевим, то він буде лише проміжною моделлю.

Слід пригадати, що в (2.34) -(2.36) абстрактна функція переходу є функцією z_{ji} , оскільки остання дає інформацію про стан M_j і, отже, використовується для дослідження його еволюції. Величини $\hat{c}_j(\dots)$ оцінені інтервально, оскільки вони є кордонами витрат. Сума в (2.36) є звичайним складанням безлічі. Вищесказане передбачає, що попередники D_i впливають на нього; для кожного агента, на якого впливає D_i , $\hat{f}_j(\hat{x}_j, z_{ji})$ замінюється на $\hat{f}_j(\hat{x}_j, z_{ij})$; те ж саме робиться для \hat{c}_j . Нарешті, якщо наступник D_i впливає на нього, то (2.36) не потрібний.

Побудова абстракцій показала, що існує декілька методів їх створення, починаючи від незамкнутого і кінчаючи замкнутим контуром, залежно від міри, відповідно до якої може бути апріорі визначений локальний закон управління. Якщо прямиий пошук показує, що варіант управління на базі локальної інформації є зайвим, то його можна виключити з (2.34) -(2.36).

Ці абстрактні моделі можна використовувати без збільшення комунікацій. Кожен агент використовує проміжну модель, що є результатом об'єднання його локальної моделі з отриманими абстракціями. Локальне рішення вибирає вхідну інформацію для мінімізації витрат, відповідних самому гіршому випадку; оскільки абстракції покажуть, що деякі взаємодії недопустимі, та безліч таких випадків зменшується, і тому кордони функціонування можуть бути уточнені.

Алгоритм б: ухвалення рішень з обліком лише абстракції. Кожен агент використовує зворотний прогін методу динамічного програмування стосовно своєї проміжної моделі для визначення відносних, найпесимістичніших функцій переходу

$$\bar{v}_i'(x_i') = \min_{u_i} \max_{z_{ij}} \max \{ \bar{v}_i'(x_i^+) + c_i'(x_i', \bar{z}_i, u_i) \} + \bar{g}_i \quad (2.37)$$

$$x_i^+ = f_i'(x_i', \bar{z}_i, u_i) \quad (2.38)$$

де z_{ij} обмежене безліччю допустимих значень за умови, що знаходиться в змозі, а другий максимум в (2.37) береться по наступному інтервалу. Тепер це можна використовувати замість як статичне оцінювання для D_i

$$u_i^* = \arg \min_{u_i} \max \{ c_i'(x_i', \bar{z}_i, u_i) + \bar{v}_i'(x_i') \} \quad (2.39)$$

Отже, в разі абстракції кожен D_i діє в складному просторі стані, точно так, як і X використовувався в разі відсутності комунікації. Середні витрати, що виходять в результаті, і статична оцінка використовуються при ухваленні

рішення, аналогічно тому, як раніше для цієї мети застосовувалися їх двійники. Ясно, що, оскільки додана структура динаміки усуває з розгляду деякі можливі послідовності взаємодій.

Ця стратегія дає рішення, що управляє, засноване на i , а не на j . Отже, кожен агент повинен використовувати отримані в ході спостереження для постійного коректування станів, що входять в кожну абстракцію. Отже, кожен агент виконує операції, необхідні для утворення абстракцій, стеження за станом, в якому знаходяться абстракції, і використання правила ухвалення рішення.

Абстракції таким чином дозволяють передавати деякі (але неповні) знання про структуру систем для того, щоб витіснити комунікації реального часу. У наступному розділі обговорюється з'єднання цієї стратегії з передуючою, що забезпечить ще кращу координацію.

Короткострокова координація з абстракцією.

На основі об'єднання схеми координації для кінцевого горизонту з абстрактними моделями і при використанні статичного оцінювання замість функції для припинення прямого пошуку можна досягти поліпшення продуктивності системи. Це поліпшення обумовлюється зменшенням невизначеності відносно можливих взаємодій, що впливають на домудль за межами кінцевого горизонту деталізованої координації, точно так, як і одна лише абстракція зменшувала невизначеність для агента, що не використовує жодних комунікацій.

Алгоритм 7: координація для кінцевого горизонту з абстракцією.

Етап I: будуються абстрактні моделі з використанням алгоритму 5.

Етап II: використовується метод короткострокової координації алгоритму 4, але кожен агент використовує, а не i особливо замість для припинення витрат по кожному в (2.12) -(2.33).

Цей гібридний алгоритм використовує стратегію з кінцевим горизонтом для строго аналізу найближчих (у інтервалі T кроків) взаємодій і віддалених (за межами T кроків) взаємодій в найбільш песимістичному випадку, причому останні взаємодії обмежені додатковими знаннями структури системи, які

отримані за допомогою абстрактних моделей. (Це обмеження виявляється в явному вигляді при використанні). Це легко показати за допомогою наступних міркувань.

Теорема 3. Обмеження на загальносистемні витрати в гібридному алгоритмі в найпесимістичнішому випадку принаймні таке ж, як і в алгоритмі з кінцевим горизонтом часу.

Доказ. Безліч можливих взаємодій, що розглядаються кожним агентом як можливі найпесимістичніші альтернативи за межами горизонту T принаймні так само мало для гібридного алгоритму, як і для алгоритму з кінцевим горизонтом, так що обмеження для самого гіршого випадку принаймні таке ж мале.

Теорема 4. Обмеження для найгіршого випадку гібридної моделі принаймні таке ж низьке, як і при координації з використанням лише абстракції.

Доказ. Знову гібрид має меншу невизначеність, оскільки витрати на перші T кроків процесу генерації взаємодій (або відповідей на них) моделюються строго, тоді як в абстрактному алгоритмі вони лише можуть обмежуватися обчислювальними оцінками, заснованими на .

Оцінка алгоритмів.

Важко строго порівнювати ці стратегії за відсутності конкретної проблеми. Значно більше можна було б сказати при розгляді прикладу щоденних операцій агрофірми. Звичайно, тут необхідна строга координація, що виключає стратегію без комунікації і стратегію, що передбачає лише прогноз, оскільки вони наказували б кожному агентові щонайшвидше позбавлятися від запасів зерна в цілях мінімізації локальних витрат зберігання.

Статична стратегія може бути виключена з розгляду по інших причинах. Ясно, що генерування і передача функцій витрат, пов'язаних з генерацією взаємодій і відповіддю на них, спричинять величезні витрати для будь-якого періоду, що перевищує декілька днів, через більшу кількість можливих послідовностей постачань, яке потрібно врахувати. (Кожна послідовність описує типів, кількості і якість що поставляється щодня зерна).

Використання координації з кінцевим горизонтом наводить, як правило, до

функцій витрат, пов'язаних із зародженням взаємодій і відповіддю на них. Ці функції визначені на безлічі календарних планів завантаження і постачання для даного горизонту. Щодня складаються пробні плани на наступні T днів в припущенні, що локальне найгірша поведінка до цього моменту буде за рамками аналізу. Плани першого дня виконуються, потім на день пізніший плани передивляються з врахуванням можливостей виключення найгіршої поведінки для $T+1$ дня.

Поведінка системи в умовах стратегії з кінцевим горизонтом визначається тим, що відносні функції вартості переходу для всіх складів призначають штрафи послідовності операцій, які залишають склади повними до кінця планового періоду. Це пояснюється тим, що можливі вступу великих кількостей зерна, пов'язані із зберіганням його на вулиці і великими втратами, відносяться до класу найменш сприятливої поведінки після моменту T . Отже, кожен склад прагнучим зменшити свої запаси до мінімуму в кінці планового періоду з урахуванням того, що втрати не будуть покриті доходами від зберігання зерна. У міру збільшення T остання обставина ставатиме домінуючою, а різні варіанти постачань для перших днів планового періоду почнуть робити вплив на рішення.

Основна роль абстракції в цій системі полягає в обліку сезонності, який був відсутній в стратегії з кінцевим горизонтом планерування. При цьому, проте, зазнають великі зміни методи детального планерування постачань.

Використання прогнозу для кінцевого горизонту і абстракції дає кращі результати, чим кожна з цих стратегій окремо. Абстракція модифікує невизначеність відносно найгірших подій після закінчення періоду планерування і усуває можливість великих "приливів" в постачанні у всі періоди, окрім збору урожаю. Це дозволяє розглядати рішення, в яких домінують короткострокові можливості.

Краще всього це можна бачити на прикладі елеваторів. Якщо на підставі локальної моделі пропозиції отримані прогнози виробництва на період від однієї до чотирьох тижнів і, крім того, є абстрактна модель впливу останніх сезонних чинників, то можна вирішити: або відправити зерно, що залишилося, до інших

ланок системи і підготуватися до приймання зерна нового урожаю; або зберігати зерно, якщо інформація від залізниці про витрати на у відповідь реакцію не показує, що постачання зерна конкретного типу і якості дасть дохід в результаті задоволення запиту споживачів.

Отже, найбільш відповідним механізмом координації для автоматичного управління операціями об'єднаного складу є гібридна стратегія. Вона може дати короткострокові, близькі до оптимуму рішення, які враховують довгострокові сезонні ефекти.

2.3. Концептуальна постановка задачі планування і оперативного управління логістичними ланцюгами

Однією з найважливіших умов ефективного ведення бізнесу в умовах сучасних динамічних ринків є застосування принципів інтегрованого управління. При цьому необхідно розглядати інтегроване управління як в організаційно-управлінському, так і в інформаційному аспектах. Це означає, що побудова інтегрованої системи управління починається з організаційних змін і створення комплексних моделей планування та управління логістичним ланцюгом. І лише після синхронізації всіх основних бізнес-процесів, розробки стратегії і концептуальних моделей планування та управління логістичними ланцюгами можна приступати до робіт по впровадженню інформаційних систем, що підтримують інтегроване управління логістичними ланцюгами.

Необхідність інтеграції управління лежить в самій природі логістичного ланцюга як цілісної соціально-економічної системи, а саме — в тісному взаємозв'язку, взаємовпливу і взаємозумовленості всіх бізнес-процесів, що реалізуються в складних виробничо-логістичних системах.

Для ефективного ведення бізнесу в сучасних умовах підприємство повинно інтегрувати управління не тільки в рамках своїх внутрішніх функціональних областей, але й з функціональними підсистемами партнерів по

бізнесу, постачальників, клієнтів і т.д. Суть інтегрованого управління в умовах стратегічної взаємодії полягає в узгодженні усіма учасниками життєвого циклу виробу, процесів продажів, виробництва, закупівель, розробки та сервісного обслуговування.

Найбільш поширеними стратегіями інтегрованого управління в концепції SCM є:

CPRF (Collaborative Planning, and Replenishment Forecasting);

VMI (Vendor-Managed Inventory);

SCMo (Supply Chain Monitoring);

DCC (Demand and Capacity Collaboration);

CSRP (Customer Synchronized Resource Planning);

EVCM (Extended Value Chain Management);

ECR (Efficient Consumer Response) та інші.

Важливою складовою концепції SCM є створення єдиного інформаційного простору, тобто середовища інтегрованого планування та управління усім логістичним ланцюгом, координація та комунікація учасників логістичного ланцюга.

Основними цілями використання інформаційних технологій для управління логістичними ланцюгами є:

досягнення необхідного рівня інформаційної відкритості у відношенні потреб, завантаження потужностей та рівня запасів у логістичному ланцюгу;

оперативне прогнозування попиту, планування завантаженості потужностей;

моніторинг бізнес-процесів та своєчасне визначення відхилень та порушень у функціонуванні логістичного ланцюга.

До основних функціональних областей єдиного інформаційного простору для SCM відносять області планування (Supply Chain Planning) та оперативного керування (Supply Chain Execution).

На даний момент компанія AB Inbev Efes використовує ERP систему SAP ERP (R/3).

Розглянемо концептуальну постановку завдання планування і управління логістичними ланцюгами стосовно виробничо-логістичних мереж (ВЛМ) [13]. ВЛМ складається з безлічі підприємств-виготовлювачів, постачальників сировини і матеріалів, складських терміналів, транспортних фірм, які володіють певними функціональними можливостями (компетенціями). У кожен момент часу в ВЛМ є кілька претендентів на кожну з робіт. Основними етапами технології управління логістичними ланцюгами в ВЛМ є планування, моніторинг і регулювання.

Таблиця 2.1

Еволюція інформаційної підтримки процесів управління

Об'єкт автоматизації	Вид інформаційної технології	Вплив інформаційної технології
Окремі функції	MRP	Локальна автоматизація окремих функцій управління
Бізнес-процеси	MRP II	Інформаційна підтримка цілісних функцій управління та бізнес-процесів підрозділів підприємства
Ціле підприємство	ERP	Інформаційна підтримка цілісних контурів управління і створення єдиної інформаційної бази підприємства
Мережа підприємств	APS SCM	Інформаційна інтеграція підприємств на основі єдиного інформаційного простору і використання Інтернету в ділових процесах; міжвиробнича глобальна інтеграція процесів та ресурсів

Завдання планування робіт у ВЛМ (формування логістичних ланцюгів) полягає у виборі на даній безлічі альтернатив найкращої конфігурації

логістичного ланцюга з урахуванням параметрів замовлень клієнтів (час поставок, ціни, кількість, технологія виготовлення і т. д.), а також характеристик доступних в даних момент часу компетенцій підприємств (виробничі потужності, витрати тощо). Завдання оперативного управління логістичними ланцюгами полягає в моніторингу бізнес-процесів і їх регулюванні (реконфігурації логістичних ланцюгів) у разі неприпустимих відхилень від планових станів за умови дії чинників збурювання.

Метою моніторингу логістичних ланцюгів є відстеження впливу збурюючих факторів на параметри функціонування логістичних ланцюгів, а метою їх реконфігурації — компенсування виникаючих відхилень шляхом структурних, функціональних та інших перетворень. Завдання моніторингу полягає в якомога більш ранньому розпізнаванні ризикових ситуацій, які можуть призвести до відхилень у роботі підприємства, а завданням регулювання — вирішення проблемних ситуацій за допомогою певних керуючих впливів (рис. 2.1).

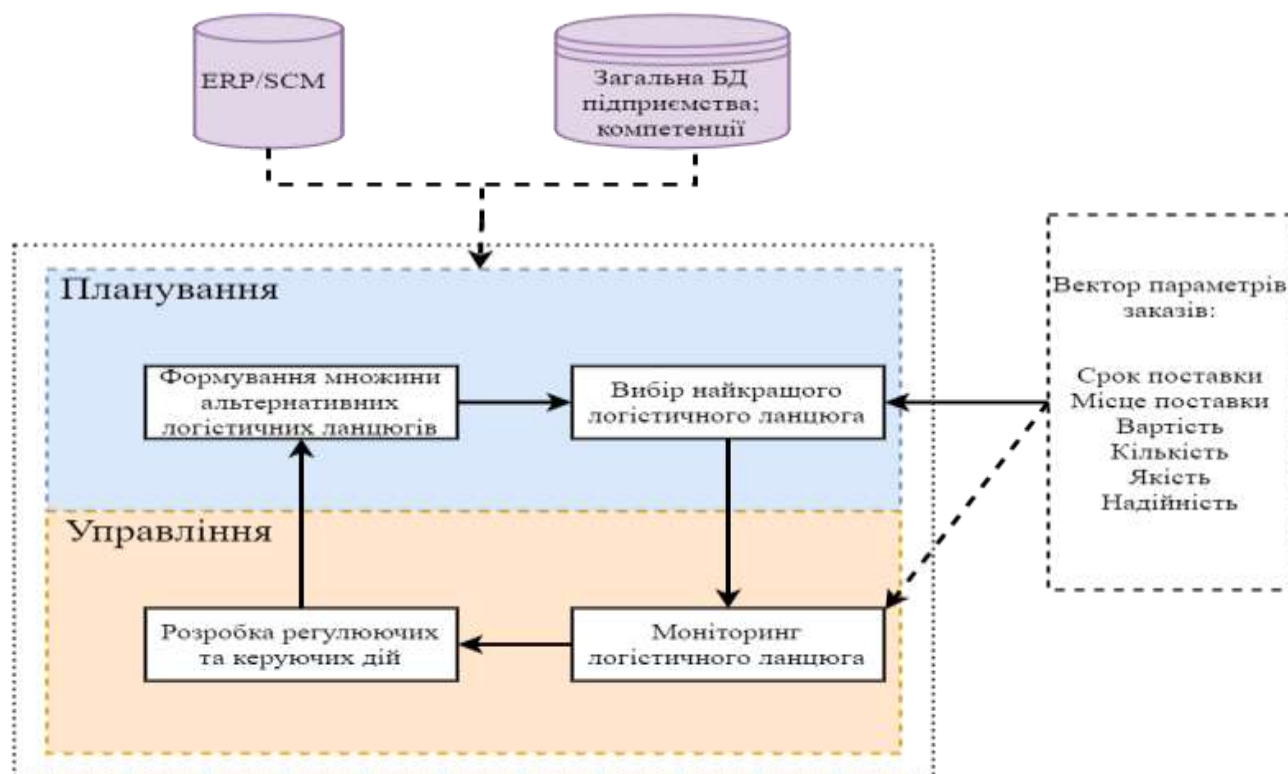


Рис. 2.1. Концептуальна модель планування та управління логістичними ланцюгами в ВЛМ

При описі замовлень клієнтів, крім традиційних параметрів (терміни поставок, ціни, кількість, технологія виготовлення і т.д.), з метою урахування факторів невизначеності пропонується використовувати ряд додаткових характеристик, що визначаються менеджером мережі, таких як допустимий рівень надійності і запас стійкості. Для цього при описі характеристик доступних компетенцій підприємств, крім традиційних параметрів (виробничі потужності, витрати і т.д.), вводиться в розгляд параметр надійності підприємства, що характеризує ризик невиконання роботи на даному елементі логістичного ланцюга.

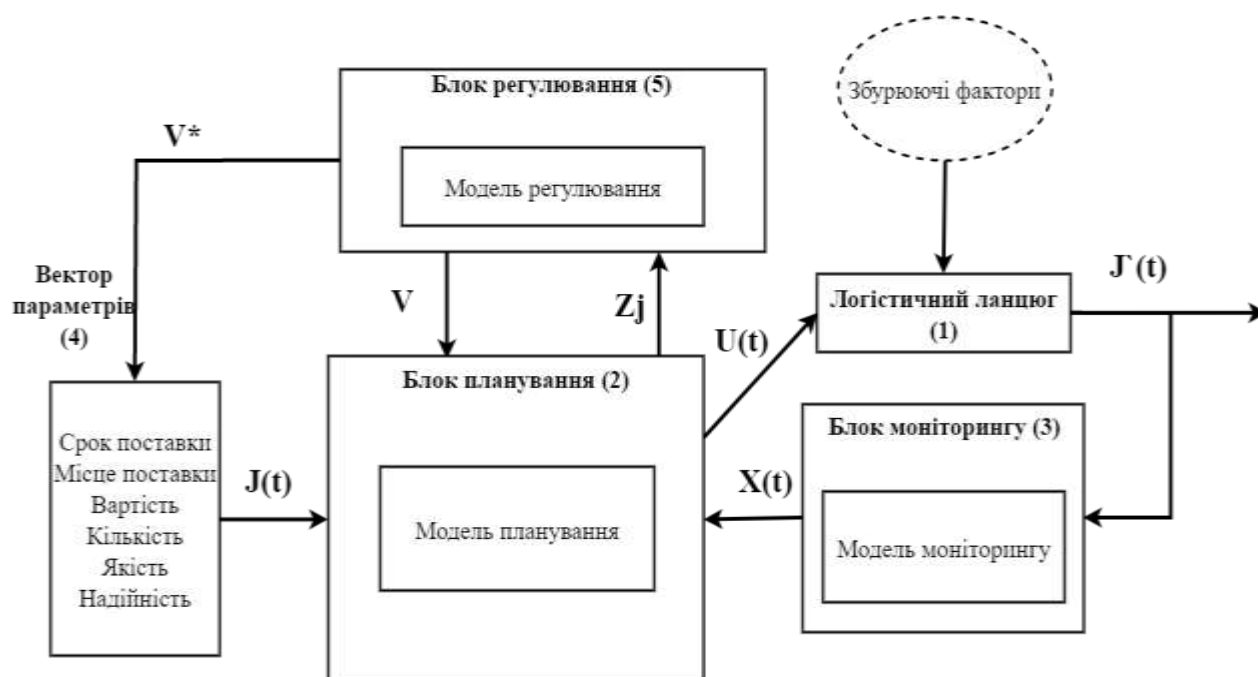


Рис. 2.2. Кібернетична модель планування та управління логістичними ланцюгами в ВЛМ

Запропонована модель планування та управління складається з наступних блоків:

- логістичний ланцюг як об'єкт управління;
- планування (у тому числі необхідні моделі та алгоритми);
- система моніторингу;

вектор параметрів;
регулювання.

Побудована схема має 2 контури управління: основний (1,2,3 блоки) та додатковий (4,5 блоки). Так основний контур забезпечую функціонування ВЛМ та відстежує відповідність фактичних значень функціонування логістичного ланцюга – $J(t)$ запланованим значенням – $J(t)$. При цьому квадрат відхилення повинен наближатися до мінімуму. Додатковий контур функціонує заради моніторингу виконання процесів в логістичному ланцюгу та створенню корегуючих впливів V та V^* , якщо наявне відхилення від планового стану або зміна у вхідних параметрах.

Блок планування містить відповідні алгоритми, призначені для пошуку найліпшої конфігурації логістичного ланцюга. Його головним завданням є побудова логістичного ланцюга відповідно до значень вектору параметрів.

Основними завдання блоку моніторингу є вимір фактичних параметрів функціонування логістичного ланцюга та порівняння їх із плановими. У випадку відхилення запускається блок регулювання. Таким чином, регулюючі впливи формуються на основі актуальної інформації про фактичний стан функціонування логістичного ланцюга. Блок регулювання виробляє компенсуючі впливи V та V^* на основі актуальних даних Z_j . Ці регулюючі впливи розробляються на основі аналізу поточного стану функціонування логістичного ланцюга. Ці сформовані управлінські впливи передаються до блоку планування, де відбувається реконфігурація логістичного ланцюга. Таким чином забезпечується взаємозв'язок моделей планування, моніторингу та реконфігурації.

Відмінність задачі планування робіт в ВЛМ від задач теорії розкладів та теорії масового обслуговування [14,15] полягає у:

- високому рівні невизначеності;
- у поєднанні централізованого і децентралізованого управління;
- у великій кількості неконтрольованих факторів;
- в нежорстких, важко формалізованих цілях та обмеженнях;

у зміні властивостей ПЛС в процесі прийняття рішень.

У зв'язку з цим можливості використання класичних моделей і алгоритмів планування і управління виробництвом для вирішення завдань моделювання логістичних ланцюгів є досить обмеженими в силу високого ступеня жорсткості цих моделей, недостатнього врахування активності елементів системи і факторів невизначеності.

Побудуємо структурну схему логістичного ланцюга виробничого підприємства.

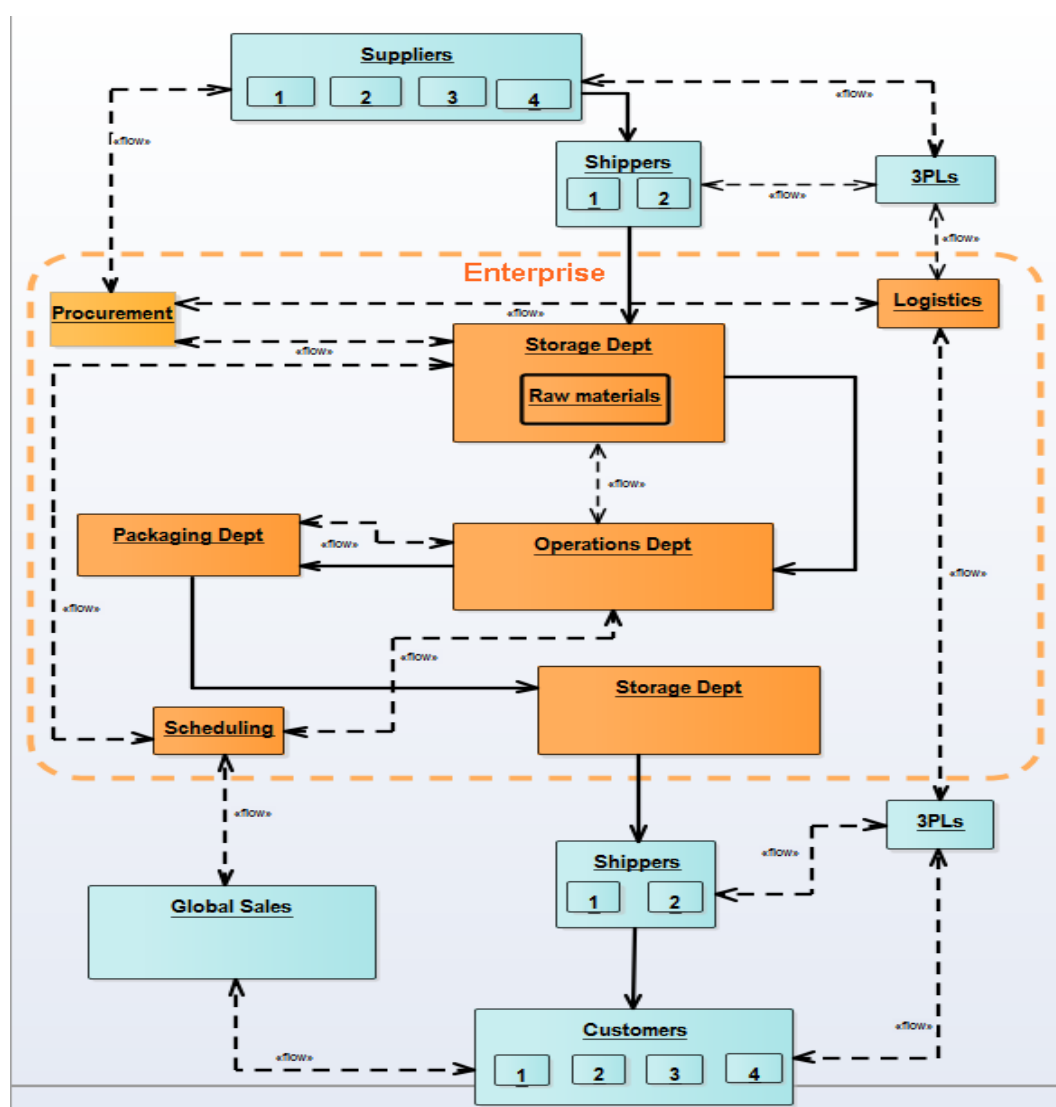


Рис. 2.3. Структурна схема логістичного ланцюга виробничого підприємства

Для побудови схеми був використаний пакет Enterprise Architect (ver. 12.1). Таким чином ми побудували об'єкт управління – логістичний ланцюг на прикладі виробничого підприємства. Пунктирними лініями відображені інформаційні потоки, а суцільними – матеріальні. Схема складається з двох контурів. Помаранчевий контур – розглянуте виробниче підприємство. Його структура складається з Logistics – логістичний підрозділ, Storage Dept. – складська логістика, Operations Dept. – основне виробництво, Procurement – закупівельна логістика, Packaging Dept. – пакування продукції, Scheduling – процес розкладу/планування.

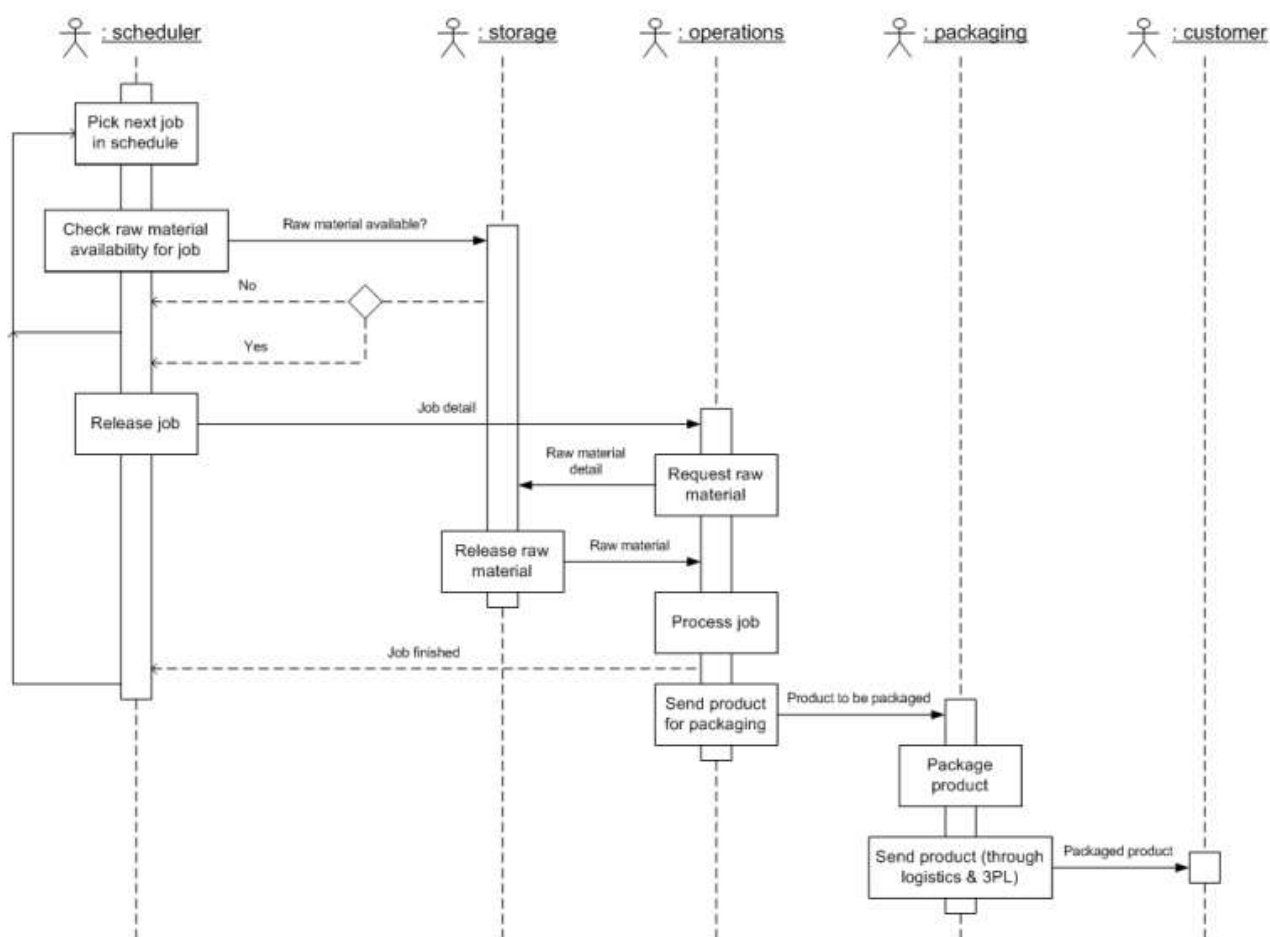


Рис. 2.4. Схема логістичних процесів на виробничому підприємстві

Зовнішній контур містить у собі 3PLs – Third Party Logistics, тобто аутсорсингові логістичні організації (транспортні компанії), Suppliers – постачальники, Shippers – посередники та дистриб'ютори, Customers – споживачі.

Матеріальний потік характеризується наступними операціями:

від Suppliers до Shippers поступає сировина;

підприємство (Enterprise) купує сировину у Shippers;

отримуємо сировину на склад (Storage Dept.);

сировина зі складу (Storage Dept.) поступає на основне виробництво (Operations Dept.);

готова продукція пакується (Packiging Dept.) та транспортується на склад готової продукції (Storage Dept.);

підприємство продає готову продукцію дистриб'юторам або посередникам (Shippers);

готова продукція реалізується споживачам (Customers).

Подана схема відображає важливість коопераційних зв'язків між підприємством-виробником та іншими суб'єктами господарювання.

РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА З ТЕРИТОРІАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНОЮ СТРУКТУРОЮ

3.1. Модель на однодольних графах

Ініціаторами всіх торгівельних стосунків є покупці – споживачі купують продукт у останніх агентів в логістичному ланцюзі, ведучій до покупців, кожен з економічних агентів-посередників купує продукт або сировину в майбутніх йому. Перший в логістичному ланцюзі посередник купує товар у виробників. Тому постачальники вихідного ресурсу моделюються дуже просто – вони продають ресурс за фіксованою ціною і на кожному етапі моделювання можуть продати не більш встановленої кількості одиниць ресурсу.

Покупка товару або ресурсу посередниками відбувається по наступному закону:

$$B_{ij} = (\min_j \{P_j + B_{ij} / \min \{Pr_j, C_i - Pr_i\}\}, \min \{Pr_j, C_i - Pr_i\}), i \in L_n, j \in L_{n-1}, \quad (3.1)$$

де i – покупець в операції;

j – продавець в операції;

P – ціна продажу;

B_{ij} – накладні витрати по здійсненню операції, не залежать від величини здійснюваної покупки;

Pr – продукт в наявності;

C – загальна місткість складу економічного агента;

L – рахункова безліч рівнів посередників в мережі;

B – кортеж, що характеризує операцію, складається з реальної ціни покупки (ціна продажу + середні накладні витрати) і об'єму товару, що купується, або ресурсу.

Таким чином, якщо в якого-небудь з посередників є вільне місце на складі в об'ємі більшому, ніж мінімально-можливий об'єм операції, він шукає мінімального за реальною ціною покупця постачальника і купує у нього товару в максимально можливому об'ємі, обмеженому або місткістю свого складу, або об'ємом продукту, який постачальник готовий продати за цією ціною.

Механізм здійснення операції покупцем аналогічний, за тією відмінністю, що об'єм операції з його боку обмежений значенням його індивідуальної функції попиту від ціни продавця. Ця функція попиту має наступний вигляд:

$$D_{ij} = AD_{ij} / P_j, \quad (3.2)$$

де D – величина попиту;

AD – середній попит покупців при ціні покупки, рівної коефіцієнту до;

P – ціна покупки.

При здійсненні операції V_{ij} параметри її учасників змінюються таким чином:

$$M_{ij} = M - V_{ij}, \quad (3.3)$$

де M – готівкові грошові кошти (параметр загальний для всіх даних економічних агентів);

Q_{ij} – величина операції, знаходиться, як $\min\{Pr_j, C_i - Pr_i\}$;

$n, n+1$ – моменти до і після здійснення операції.

Критерієм закінчення етапу імітаційного експерименту є невиконання наступної умови – максимальний об'єм первинного ресурсу серед всіх його виробника більше мінімального можливого об'єму операції і максимальний продукт серед всіх покупців менше різниці між середнім попитом на продукт і мінімальним можливим об'ємом операції. Також етап і весь імітаційний експеримент завершується, якщо неможливо побудувати дорогу від хоч би

одного з продавців первинного ресурсу до хоч би одного кінцевого споживача.

$$\begin{cases} \max_i Pr_i > \min_b, i \in G \\ \max_j Pr_j > AD - \min_b, j \in C, \\ \forall p, q \Rightarrow \exists p \in L_q \end{cases} \quad (3.4)$$

де G – безліч виробників первинного ресурсу;

C – безліч споживачів кінцевого товару;

\min_b – мінімальний можливий об'єм покупки.

Припинення діяльності (відмирання) економічних агентів-посередників, формально описується дуже просто. Умова існування агента залежно від його торговельних зв'язків:

$$\exists i, j \in L_{ij} \quad (3.5)$$

де L_{ij} – торговельний зв'язок між агентами i і j .

Умова існування зв'язку:

$$\exists i, j \in IP_{ij} \quad (3.6)$$

де IP – період неактивності зв'язку;

IP_C – критичне значення періоду неактивності.

Умова існування агента залежно від готівкових грошових коштів.

$$\exists i \Rightarrow M_i > 0 \quad (3.7)$$

Тут слід зазначити, що ця умова перевіряється лише одного разу в кінці кожного етапу моделювання.

Інтерфейс реалізації моделі в середовищі Netlogo представлений на рис.3.1.

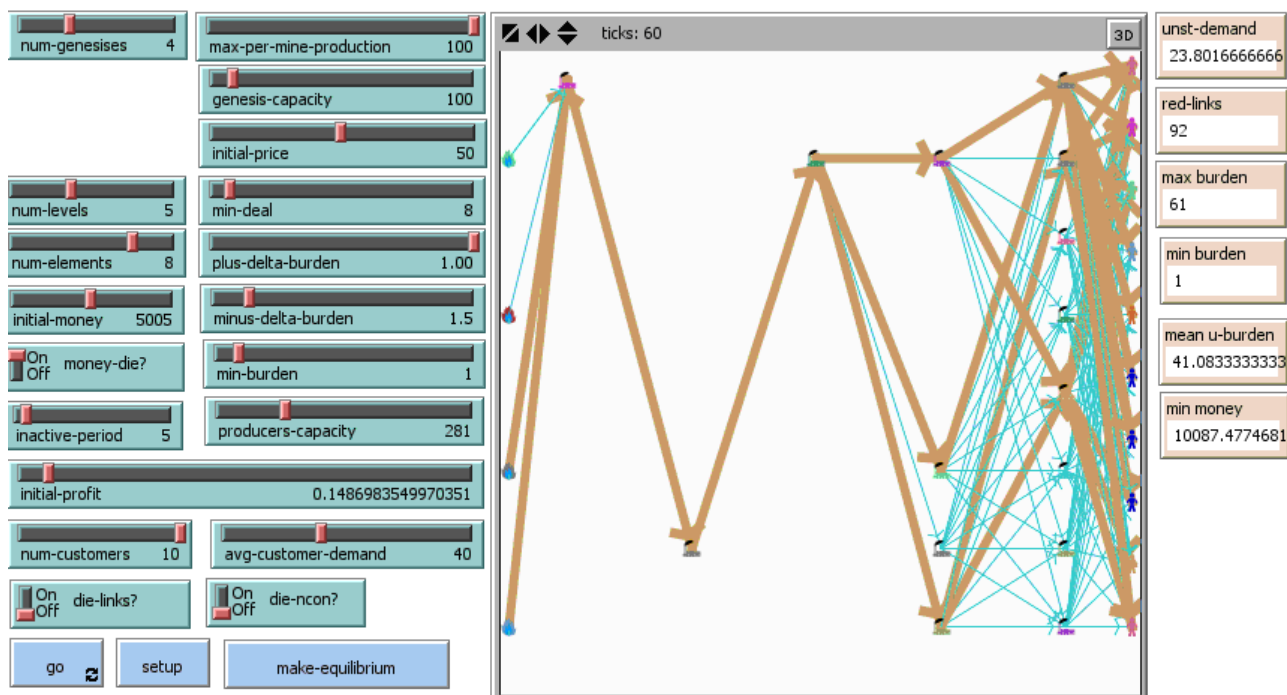


Рис.3.1. Інтерфейс побудованої моделі

Елементи інтерфейсу моделі:

слайдер, регулюючий число виробників ресурсу;

слайдер, регулюючий максимально-можливий обсяг випуску первинного ресурсу кожним з виробників;

слайдер, регулюючий об'єм складу кожного з виробників первинного ресурсу;

слайдер, регулюючий ціну первинного ресурсу;

слайдер, регулюючий число рівнів в ланцюгах постачань;

слайдер, регулюючий число економічних агентів на кожному рівні логістичної мережі;

слайдер, регулюючий початкову величину грошових коштів у розпорядженні агентів-посередників;

перемикач відмирання посередників, що вичерпали свої грошові кошти;

слайдер, регулюючий число періодів неактивності торговельного зв'язку, після яких зв'язок може повністю порушитися, якщо включений відповідний перемикач;

слайдер, регулюючий мінімальний об'єм операції по купле/продаже ресурсу, напівфабрикату або товару;

слайдер, регулюючий приріст накладних витрат по реалізації логістичного зв'язку від одиничного циклу невикористання цього зв'язку;

слайдер, регулюючий падіння накладних витрат по реалізації логістичного зв'язку після одиничного використання цього зв'язку;

слайдер, регулюючий мінімальне можливе значення накладних витрат при купле/продаже;

слайдер, регулюючий об'єм складу кожного з посередників в логістичній мережі;

слайдер, регулюючий додану вартість кожного з посередників в логістичній мережі;

слайдер, регулюючий число споживачів в мережі;

слайдер, регулюючий попит кожного з покупців за умов ціни покупки, рівної 100;

перемикач, що активує механізм відмирання довго невживаних зв'язків в мережі;

перемикач, що активує відмирання агентів, що не мають зв'язків в мережі;

кнопки пуску, ініціалізації моделі і приведення параметрів моделі до рівноважних значень;

монітор середнього незадоволеного попиту по всіх покупцях за весь період моделювання (незадоволеним попитом вважається різниця між попитом покупця за умови ціни товару в 100 грошових одиниць і його реальною покупкою, яка споживається завжди відразу ж, – ця величина може бути негативною при меншій ціні);

монітор числа зв'язків, не використовуваних більше п'яти етапів моделювання підряд;

монітор максимуму накладних витрат по всіх зв'язках;

монітор мінімуму накладних витрат по всіх зв'язках;

монітор середніх накладних витрат по зв'язках, які були використані в

попередніх 5 етапів моделювання;

монітор мінімальних грошових коштів в наявності серед всіх посередників.

На рис.3.2. представлений рівноважний стан мережі. Початкові параметри імітаційного експерименту: 5 рівнів посередників, 8 посередників в кожному рівні, 8 споживачів, 4 виробники початкового ресурсу. Активований механізм відмирання посередників, що вийшли за межі своїх грошових коштів до кінця етапу моделювання. 5000 умовних грошових одиниць у кожного посередника, мінімальні накладні витрати по здійсненню операції дорівнюють 1 грошовій одиниці, приріст накладних витрат складає 1 грошову одиницю за етап повної бездіяльності зв'язку і зниження накладних витрат складає 3 одиниці за кожне використання зв'язку. Іншим кольором і меншою товщиною виділені зв'язки неактивні протягом 5 і більш за етапи експерименту. (Аналогічний стан системи з тими ж початковими параметрами представлений на рис.3.1.)

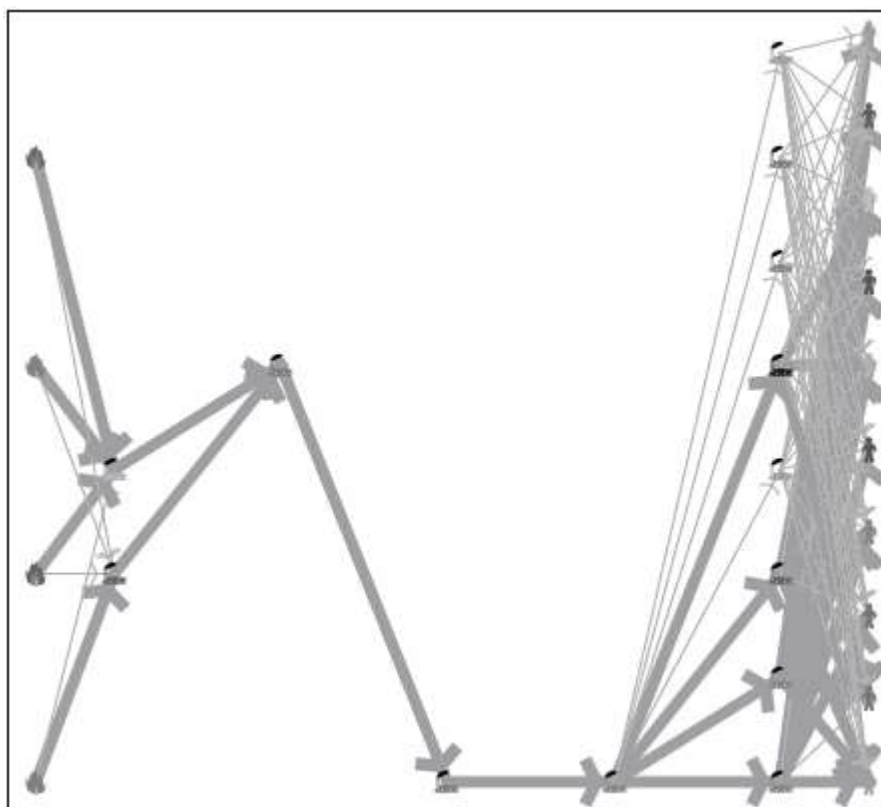


Рис.3.2. Рівноважний стан мережі. Відмирання економічних агентів, що витратили всі грошові кошти в розпорядженні

На рис.3.3. представлений в чомусь схожий рівноважний стан системи, при якому активний механізм відмирання невживаних протягом 5 і більш за етапи торговельних зв'язків.

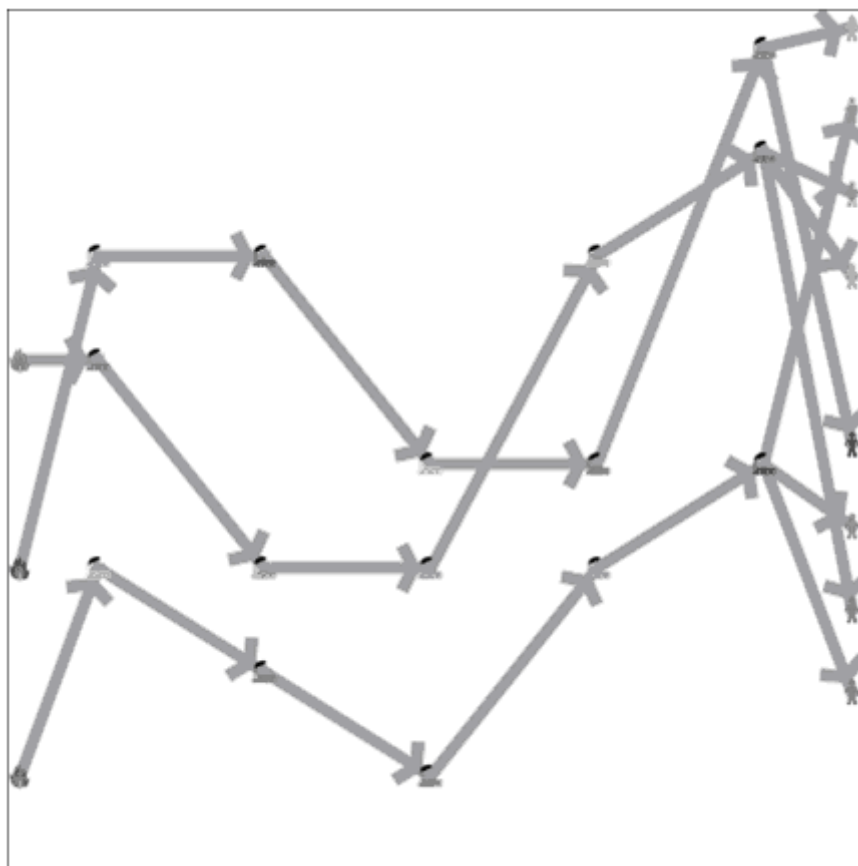


Рис.3.3. Рівноважний стан мережі. Відмирання невживаних торговельних зв'язків і економічних агентів, що втратили всі свої торговельні зв'язки

Деякі відмінності в цих станах рівноваги очевидні – вони торкаються стійкості найближчих до продавців ресурсів і кінцевим споживачам посередників. При цьому повне руйнування логістичної мережі можливе лише в першому випадку (рис.3.4.)

В разі порівнянного приросту і зменшення накладних витрат без відмирання зв'язків і агентів на малих пертурбаціях їх параметрів система перебуває в стані динамічної структурної рівноваги – зв'язки постійно активізуються і ланцюги постачань змінюють свій маршрут.

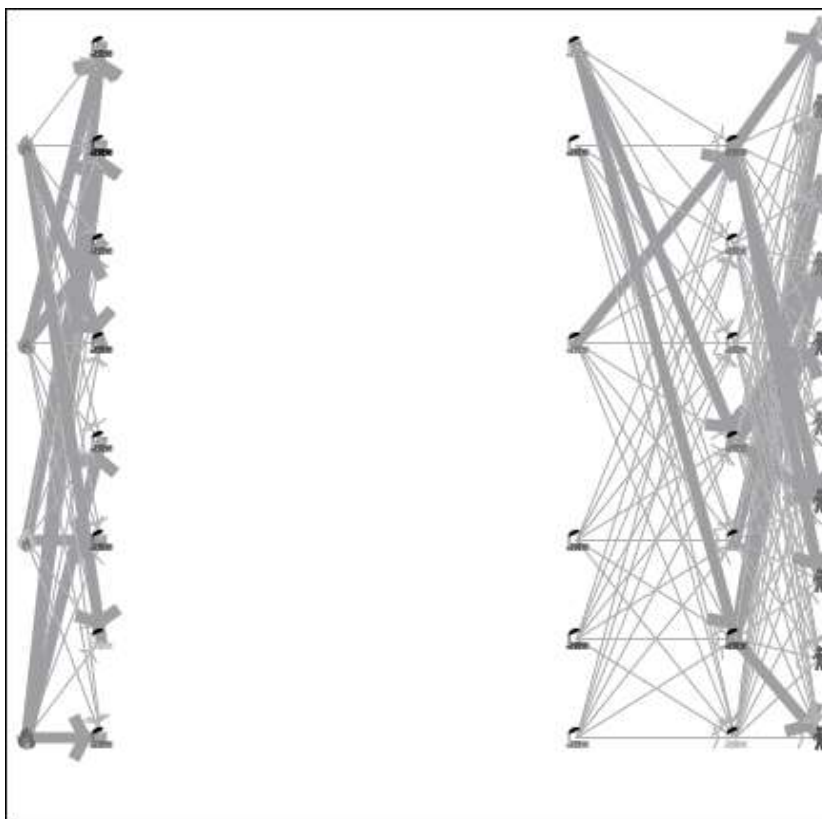


Рис.3.4. Колапс системи після повного відмирання двох рівнів посередників із-за вичерпання доступних грошових коштів

На рис.3.5. – активні ланцюги після 25 етапів моделювання.

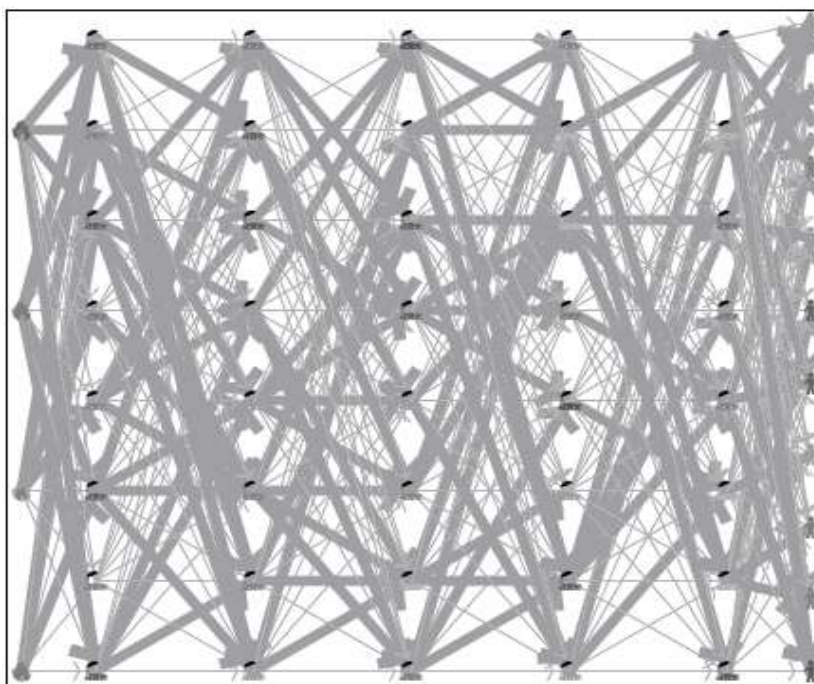


Рис.3.5. 25 етап моделювання без відмирання зв'язків і агентів

Вже на 30 етапі моделювання багато зв'язків істотним чином змінюються (рис.3.6.)

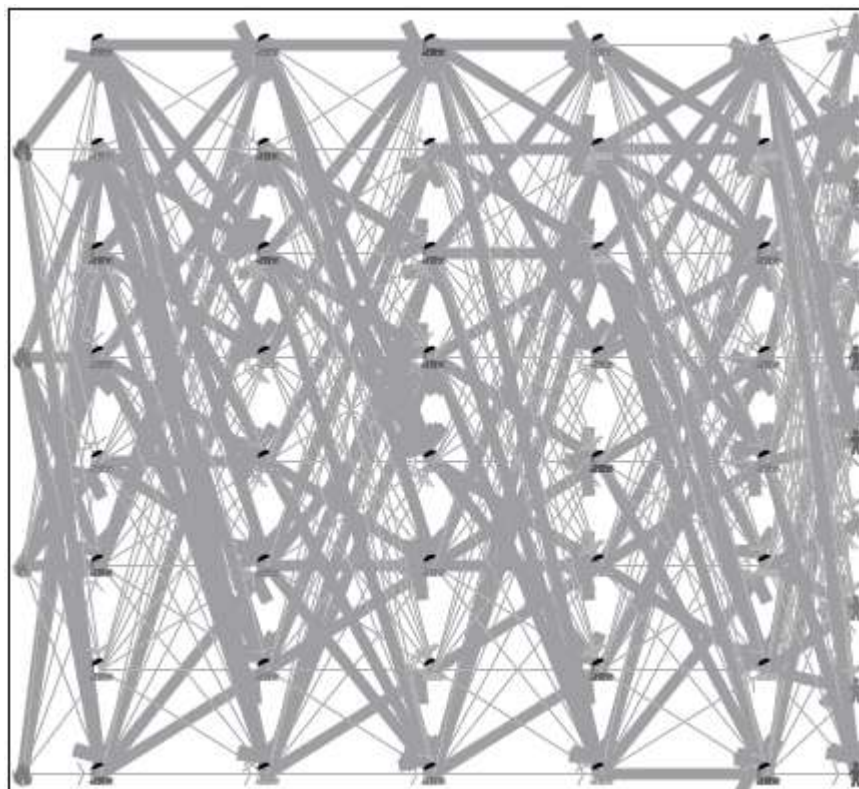


Рис.3.6. 30 етап моделювання без відмирання зв'язків і агентів

3.2. Модель на дводольних графах

В дійсності, за наявності розподіленої логістичної системи, обмежена можливість виробника спричиняє за собою певні обмеження на здійсненні системи постачань. Не можна придбати сировину у незалежного постачальника, тому що окремих постачальник не може служити незалежній фабриці і основному споживачеві (концерну) одночасно. Додатково, декілька споживачів не можуть одночасно бути задоволені.

Специфікація Проблеми.

Формальний опис проблеми формування ланцюга постачань зручно

зробити в термінах дводольних графів. Два типи вузлів представляють вироби і агентів, відповідно. *Мережа залежності завдань* – направлений, ациклічний граф, (V, E) , з вершинами $V=G \cup A$, де:

G = безліч виробів

безліч агентів

Z = безліч споживачів

Π = безлічі виробників

і безліч зв'язків E , що сполучають агентів з виробами, які вони можуть використовувати або виробляти. Існує дуга від a до g , коли агент a використовує одну одиницю g , і дуга, коли a може забезпечують одну одиницю g . Якщо агент вимагає безлічі одиниць блага, то ми розглядаємо кожен одну одиницю як окрему дугу, відрізняючи їх індексами. Наприклад, якщо агент вимагає двох одиниць g на своєму вході, то його входні дуги $\langle g, a \rangle_1$ і $\langle g, a \rangle_2$.

Різні типи агентів характеризуються їх положенням в мережі залежності завдання. Кожен *споживач*, бажає придбати одну одиницю одного блага зі свого набору споживаних товарів $G_c \subseteq G$, де $\langle g, c \rangle \in E$ якщо $g \in G_c$.

Виробник може виробити єдину одиницю *продукції* за умови придбання всіх *вхідних* товарів. З кожним виробником $\pi \in \Pi$ ми пов'язуємо:

вхідний набір, $I_\pi \subseteq G$ таким чином що, якщо $g \in I_\pi$ є краї для одного або більш k ;

єдина продукція, $g_\pi \in G \setminus I_\pi$ така що $\langle \pi, g_\pi \rangle \in E$.

Вхідні товари виробника *комплементарні* в тому сенсі, що агент повинен придбати їх всіх, аби виробити свою продукцію; і нічого не може досягти лише з частковим набором. Альтернативні виробники з тією ж самою продукцією вказують різні способи, якими може бути вироблений виріб.

Мережі залежності завдань обмежені ациклічними, тобто, жоден агент не виробляє товари, які могли б бути використані ним же для збірки через будь-який виробничий ланцюжок. Хоча ми могли б широко розглянути всю глобальну торгівлю як один великий цикл виробництва і вжитку, практично, переговори

мають тенденцію групуватися в межах більш обмежених областей, часто званих "галузі промисловості". Системи постачань, що виходять, є типово нециклічними.

Розміщення – це підграф $(V', E') \subseteq (V, E)$. Для $a \in A$ і $g \in G$ дуга $\langle a, g \rangle \in E'$ означає, що агент виробляє g , і дуга $\langle g, a \rangle \in E'$ означає, що агент набуває g .

Вершини розподілу – агенти і товари на його дугах:

агент знаходиться в графові розподілу, якщо він набуває або виробляє товар:

$$a \in A, a \in V' \text{ якщо } \langle g, a \rangle \in E' \text{ або } \langle a, g \rangle \in E'. \quad (3.8)$$

товар знаходиться в графові розподілу, якщо він придбаний або вироблений:

$$g \in G, g \in V' \text{ якщо } \langle g, a \rangle \in E' \text{ або } \langle a, g \rangle \in E'. \quad (3.9)$$

Виробник p активний, якщо розміщення забезпечує його випуск. *Виробник – здійснимий* якщо він є недіючим або набуває всіх своїх входів. Споживачі завжди здійснимі.

Товар g знаходиться в *матеріальному балансі* (V', E') в якщо число вхідних дуг дорівнює числу вихідних:

$$\left| \{(a, k) \mid \langle a, g \rangle_k \in E'\} \right| = \left| \{(a, k) \mid \langle g, a \rangle_k \in E'\} \right| \quad (3.10)$$

Розподіл здійснимий, якщо всі агенти здійснимі, і всі товари знаходяться в матеріальному балансі. *Рішення* – здійснимий розподіл, який формує часткове замовлення із здійснимого виробництва, що досягає вищої крапки у вжитку. Таким чином, деякий споживач набуває бажаного товару: існує така дуга

$\langle g, c \rangle \in E'$, що $c \in C \cap V'$

Рішення може містити безліч споживачів. Якщо споживач *із* знаходиться в рішенні тоді, (V', E') ми говоримо, що це – (V', E') рішення для c .

У кожного виробника $p \in \kappa_\pi$ витрати виробництва π для того, щоб забезпечити одиницю його продукції. Витрати предстваляють собою величину π , яку виробник може отримати від участі в деякій іншій діяльності (тобто, її альтернативні витрати), або пряму вартість, понесену у виробництві продукції (але включаючи вхідні витрати). Оскільки виробник забезпечує саме більше одну одиницю одного товару, повні витрати виробництва p , з випуском g продукції, для розподілу $E' \in \kappa_\pi$, якщо $i \langle \pi, g \rangle \in E'$, і 0 інакше.

Споживач має перевагу по різних можливих товарах, але бажає отримати лише єдину одиницю одного товару. Таким чином, споживач, з отримує *корисність* $v_c(g)$ від вжитку єдиної одиниці g , і, для розподілу E' , отримує цінність $v_c((V', E')) \equiv \max_{(g,c) \in E'} v_c(g)$.

Визначення 1 (цінність розподілу) цінність розподілу (V', E') :

$$value((V', E')) \equiv \sum_{c \in C} v_c((V', E')) - \sum_{\pi \in \Pi} \kappa_\pi((V', E')) \quad (3.11)$$

Визначення 2 (ефективні розподіли) *набір* ефективних розподілів *містить* всі здійснимі розподіли таким чином що:

$$value((V^*, E^*)) \equiv \max_{(V', E') \subseteq (V, E)} (value((V', E')) | (V', E') \text{ is feasible}) \quad (3.12)$$

Мережі залежності завдання описують проблему формування системи постачань в глобальній перспективі. У децентралізованном підході до формування ми взагалі не передбачили б, що у агента, або будь-якої іншої юридичної особи, є повне знання всієї мережі. Ми взагалі передбачаємо, що у

всіх агентів є знання їх власних витрат, цінностей і інтересів. Коли посередники ведуть переговори відносно товарів (як в протоколі, описаному нижче), кожен агент знає про відповідних посередників для його товарів. Це знання включає всі правила, проведені в життя посередниками. Аналогічно, посередники знають про існування всіх агентів, зацікавлених їх відповідними товарами. Крім того, посередник знає лише те, що агенти повідомляють через комунікацію під час переговорів. Посередник не знає дійсні витрати агентів або оцінки, і при цьому не знає про перевагу агентів по товарах за межами його прямої області дій.

Затвердження Ресурсу.

Один з найбільш типових протоколів формування системи цін для логістичної системи постачань – це протокол CONTRACT NET (Davis & Smith, 1983), найбільш широко вивчений алгоритм, що формує стосунки роботи серед розподілених агентів. CONTRACT NET дійсно відноситься до нашої структури, оскільки в нім використовуються локальні переговори, аби досягти ієрархічного розкладання завдання. «Запит про замовлення» зверху вниз з кореневого завдання («справа наліво» від споживачів, в нашій термінології мережі), і висновок контрактів знизу (зліва направо до споживачів), вибираючи на кожному рівні серед кандидата отримані "пропозиції". (Варіанти протоколу перш за все відрізняє форма пропозицій і використовувані критерії вибору). Як наслідок, вибори робляться жадібно, не відображаючи розгалуження вгору за течією в ланцюзі, що розвивається.

Цей підхід може формувати задовільні ланцюги постачань, коли є достатні ресурси, аби підтримати жадібний вибір. Проте, основний протокол CONTRACT NET явно не звертається до дефіциту ресурсу або твердження серед конкуруючих агентів. Виробники приймають пропозиції на входах перш, ніж це зможе бути встановлене, чи могло б це викликати нездійсненність розподілу далі вгору по ланцюгу. Без передбачення або повернення, CONTRACT NET може побудувати нездійсненні системи постачань, коли є обмежені ресурси.

Наприклад, жадібний протокол формування системи цін не може привести до рішення для мережі на рис.3.7. Тут, якщо всі виробники роблять свої

аукціонні ставки відповідно до монотонної функції витрат, товар, вироблюваний агентом 6 виявиться дешевшим за товар агента 5 і відповідно, – переважно, оскільки 6 агент може придбати свої матеріали за дешевшою ціною. Але, оскільки 7 агент повинен придбати єдиний готівковий товар 4 для підтримки свого виробництва, означає 6 агент не може брати участь в здійсненому рішенні.

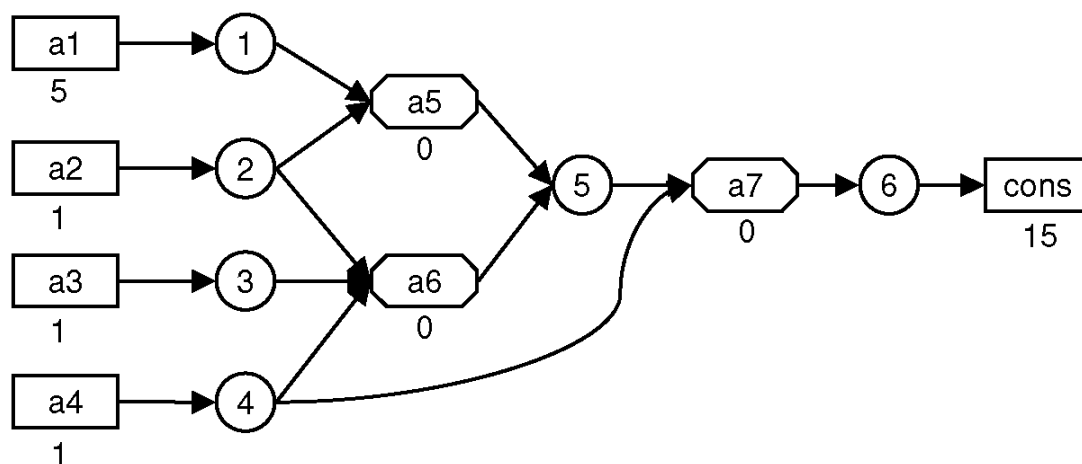


Рис.3.7. Мережа, для якої жадібні алгоритми можуть привести до нездійсненних розподілів

Проблема затвердження ресурсу наводить до ринкового підходу у формуванні системи цін. Ключова ідея – те, що ціни можуть сигналізувати цінність ресурсу і дефіцит вгору і вниз по ланцюгу, дозволяючи локальне ухвалення рішення, уникаючи пасток жадібного вибору з одним проходом або комунікації глобальної інформації структури.

Цінова система p ставить в відповідність кожному товару g , не негативне число $p(g)$ – його ціну. Ціни є не агенти-залежними і лінійними по кількості товарів. Інтуїтивно, ціни вказують відносну цінність товарів, і агенти використовують ціни, для локального ухвалення рішень.

У агентів є *квазілінійні* функції корисності, визначені наявністю "грошей" плюс цінність (або мінус вартість) пов'язана з розподілом товарів. Агенти бажають максимізувати їх *надлишок* відносно переважаючих цін.

Визначення 3 (надлишок) надлишок, $\sigma(a, (V', E'), p)$ агента з розподілом

(V', E') і ціновою системою p :

$$v_a((V', E')) - \sum_{\langle g, a \rangle \in E'} p(g), \text{ if } a \in C \quad (3.13)$$

$$\sum_{\langle a, g \rangle \in E'} p(g) - \sum_{\langle g, a \rangle \in E'} p(g) - \kappa_\pi((V', E')), \text{ if } a \in \Pi \quad (3.14)$$

Розподіл (V', E') – конкурентна рівновага за цінами p , якщо воно здійснить і оптимізує надлишок агента в p . Для нашої моделі це означає ясно:

оптимальний вибір виробника має бути або активним і здійснимим, або взагалі не набувати ресурсів. Отже, виробник в розподілі отримує ненегативний надлишок, будучи активним, і виробник не в розподілі отримав би неопозитивний надлишок, будучи активним.

$$\forall \pi \in \Pi \cap V', \quad \sum_{\langle \pi, g \rangle \in E} p(g) - \sum_{\langle g, \pi \rangle \in E} p(g) - \kappa_\pi \geq 0 \quad (3.15)$$

$$\forall \pi \in \Pi \setminus V', \quad \sum_{\langle \pi, g \rangle \in E} p(g) - \sum_{\langle g, \pi \rangle \in E} p(g) - \kappa_\pi \leq 0 \quad (3.16)$$

Оскільки споживач отримує цінність саме більше від одного товару, оптимальний вибір споживача полягає в придбанні лише одного товару, що забезпечує максимальний ненегативний надлишок. Крім того, споживач не бере участь в розподілі, отримав би неопозитивний надлишок від будь-якої товару.

$$\forall c \in C \cap V', \quad \exists \langle g, c \rangle \in E', \quad g = \arg \max_{g' \in G} v_c(g') - p(g') \quad (3.17)$$

$$\wedge v_c(g) - p(g) \geq 0$$

$$\wedge \forall \langle g', E \rangle, \quad g' \neq g, \quad p(g') = 0$$

$$\forall c \in C \setminus V', \quad \forall g \in G, \quad v_c(g) - p(g) \leq 0$$

Рис.3.8. показує приклад конкурентної рівноваги для мережі з жадібним алгоритмом дії агентів. Ціни показані під відповідними їм товарами.

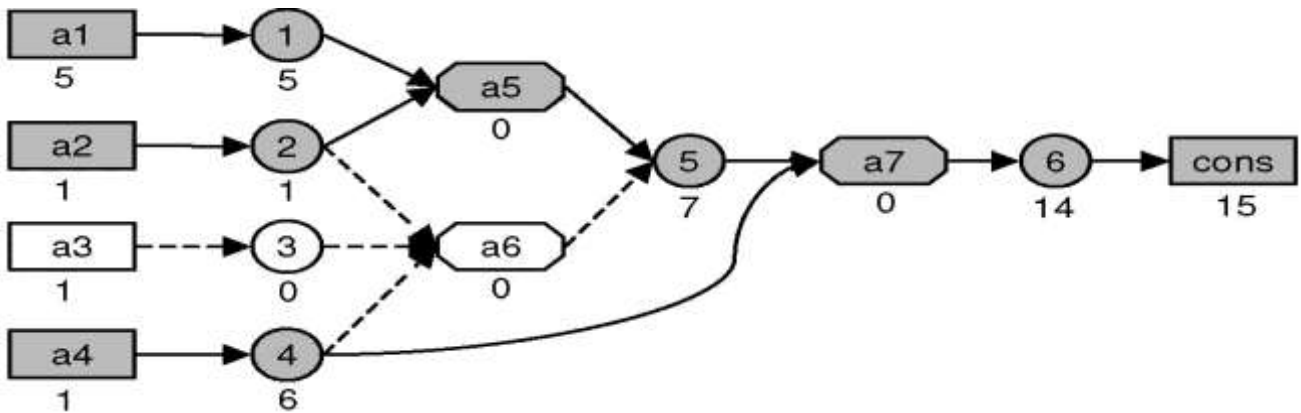


Рис.3.8. Конкурентна рівновага для мережі з жадібним алгоритмом дії агентів

Конкурентна рівновага стійка в сенсі, що жоден агент не хотів би змінити розподіл при поточній системі (рис.3.9.). Крім того, неможливо перерозподілити ресурси так, щоб у якого-небудь агента надлишок збільшився, не погіршуючи надлишок деякого іншого агента. Це відсутність подальшого прибутку від торгівлі називається оптимумом Парето. Враховуючи квазілінійну корисність, цінова рівновага ефективна за досить загальних умов [18,47].

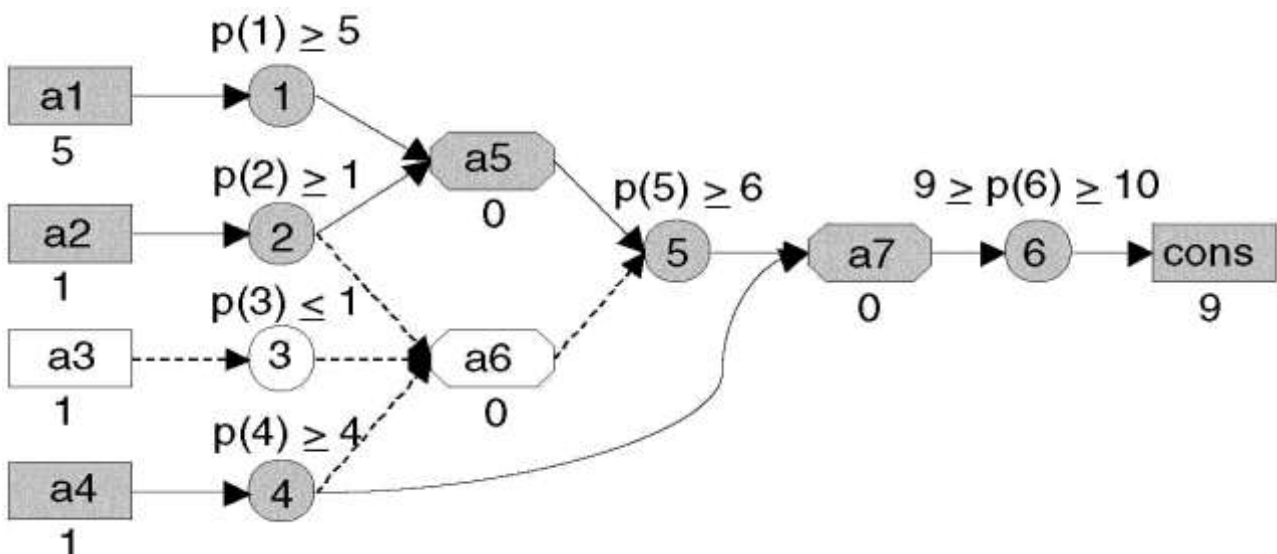


Рис.3.9. Мережа з системою цін, при якій жадібні алгоритми поведінки

агентів не наводять до досягнення рівноваги

Раніше були введені деякі статичні властивості цінових конфігурацій і розподілів. Тут ми звертаємося до проблеми того, як могли б бути отримані ціни. Аби обчислити ціни і розподіли, ми повинні виявити інформацію, що спирається на відносну цінність товарів, через деякий систематичний процес комунікації. Механізми, які визначають засновані на ринку обміни, засновані на повідомленнях від агентів, називають *аукціонами* [38].

Політика пропозиції ціни агентів представляє свої стратегії для того, щоб взаємодіяти з аукціонами. Зважаючи, що аукціонний механізм може бути розроблений центральною владою, що пропонує ціну політика взагалі визначена індивідуальними агентами. Зрозуміти значення аукціонного проекту вимагає аналізу протоколу *ринку*, який є результатом комбінації аукціонного механізму і політики, запропонованою агентом.

Для нашої області системи постачань ми досліджували специфічний протокол, названий *SAMP-SB* (Одночасне Зростання $(M+1)$ -ої ціни з простою пропозицією ціни). Як демонструється нижчим, *SAMP-SB* може виробити хороші розподіли, які, в деяких випадках, сумісні з Конкурентною ціновою теорією рівноваги.

Механізм аукціону.

Механізм *SAMP-SB* включає ряд аукціонів, один для кожного товару. Аукціони відбуваються одночасно, асинхронно, і незалежно, без прямої координації. Агенти взаємодіють з аукціонами, представляючи пропозиції на товари, які вони бажають купити або продати. Пропозиція має форму: $((q_1 p_1) \dots (q_n p_n))$. Кожна пара $(q_i p_i)$ вказує пропозицію купити або продати товар. Якщо $q_i > 0$, це – пропозиція купити q_i одиниці товару за ціною не більш, ніж p_i за одиницю. Якщо $q_i < 0$, це – пропозиція продати q_i одиниці не менше p_i за одиницю. Без втрати спільності ми надалі накладаємо обмеження $|q_i| = 1$ для всіх пропозицій у всіх аукціонах.

Коли аукціон отримує нову пропозицію, він посилає кожному з його претендентів *цінове повідомлення*, що визначає ціну, яка встановилася б, якби

аукціон закінчився на поточному етапі. Цінові повідомлення не випускаються, поки всі початкові пропозиції не отримані, але згодом випускаються негайно після отримання нових пропозицій. Оскільки деякі пропозиції можуть бути прив'язані в поточній ціні, одна лише ця інформація не достатня для агента, аби сказати, чи виграє цю пропозицію, поміщену за тією ціною. Аби роз'яснити цю двозначність, цінове повідомлення також містить дані про кількість, яку агент купив би або продав би в поточному стані. Ті ж самі ціни посилаються всім претендентам.

Передбачається, що комунікація є надійною, але асинхронною. Таким чином, всі повідомлення кінець кінцем досягають своїх одержувачів. Відзначте, що, навіть якщо поведінка всіх аукціонів і агентів детермінована, повний пробіг SAMP-SB може бути недетермінований із-за цієї асинхронності.

Політики пропозиція ціни.

Хоча проектувальники механізмів переговорів взагалі не управляють поведінкою агентів, будь-які висновки про результат механізму мають бути засновані на деяких припущеннях про цю поведінку. Типове припущення в економіці – те, що агенти раціональні, наприклад, що вони слідуєть політиці, яка формує рівновагу по Нешу. Проте це вимагає наявності в агентів деяких знань про систему в цілому. Замість цього наш аналіз передбачає, що агенти слідуєть простою, нестратегічній політиці пропозиції ціни.

Споживач бажає придбати єдиний товар, який максимізував його надлишок за даними цінами. Ми передбачаємо, що споживач спочатку пропонує нуль за кожен товар. Поки він виграє товар, він не змінює свою пропозицію. Всякий раз, коли він не виграє товар, він пропонує $p(g^*) + \delta_b$ за товар, знайдений з $g^* = \arg \max_{g \in G} (v_c(g) - p(g) - \delta_b)$, якщо $v_c(g^*) - p(g^*) - \delta_b \geq 0$ інакше він припиняє участь в торгах.

Мета виробника набагато складніша, а саме, максимізувати відмінність між ціною, яку він отримує для продукції і загальної вартості, яку він платить за входи, залишаючись здійснимим. Ми передбачаємо, що виробник спочатку

пропонує нуль для кожного з його вхідних товарів, і поступово збільшує ці пропозиції при гарантії здійснимості. Він піднімає свою запрошену ціну для входу, якщо і лише якщо цінові повідомлення вказують, що він втрачає цей товар, але виграє аукціон по своїй продукції.

Ми передбачаємо, що виробник π призначає ціну за його продукцію g_π , аби повернути витрати виробництва і *сприйняті витрати* входів. Виробник поміщає його першу пропозицію продукції лише після здобуття перших цінових повідомлень для всіх його входів, і згодом оновлює пропозицію продукції всякий раз, коли він отримує нове цінове повідомлення на будь-якому вході. Для простоти, розглянемо випадок, в якому в π є одна пропозиція для кожного входу. Якщо p в даний час виграє вхідний g , його сприйнята вартість, $\hat{p}_\pi(g)$ просто рівна $p(g)$. Коли π в даний час не виграє g $\hat{p}_\pi(g) = \max(\alpha(g), p(g) + \delta_b)$. Якщо v – ціна попередньої пропозиції, зробленого p для g , то, коли його сприйняті витрати збільшуються, π формує нову пропозицію $\max(\beta + \delta_s, \sum_{(g,\pi) \in E} \hat{p}_\pi(g))$. Якщо v є безліч пропозицій відносно товару, то він приймає окрему сприйняту вартість відносно кожної пропозиції, і пропонує ціну для його продукції відповідно.

На рис.3.10. представлений інтерфейс реалізації запропонованої моделі.

Елементи інтерфейсу:

слайдер, регулюючий число ресурсів для виробника і число можливих споживаних товарів для споживача при випадковій генерації мережі;

слайдер, регулюючий максимальне число виробників для кожного ресурсу і кінцевого товару; слайдер, регулюючий число продуктивних рівнів логістичної мережі, – через дводольну графа мережі завжди має бути парним числом;

слайдер регулюючий максимальне число елементів на продуктивному рівні логістичної мережі – на товарних рівнях через конкуренцію число елементів виявляється менше заданого;

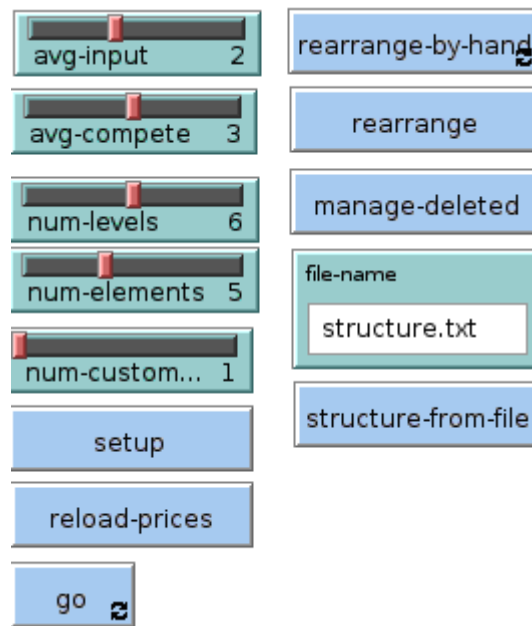


Рис.3.10. Програмна реалізація моделі на дводольних графах

слайдер, регулюючий число споживачів при випадковій генерації мережі;

кнопка, що ініціює генерації випадкової мережі, що задовольняє умовам;

кнопка формує випадкову систему цін для мережі;

кнопка пуску моделі;

кнопка режиму ручного налаштування зовнішнього вигляду логістичної мережі;

кнопка випадкового перемішування елементів логістичної мережі – перемішування відбувається таким чином, що вихідні виробники завжди виявляються на одній вертикальній найлівішій лінії, споживачі виявляються на одній вертикальній найправішій лінії, а всі останні продуктивні рівні виявляються розподіленими на полі між ними, таким чином, що товар завжди знаходиться лівішим за всіх його споживачів і правішим за всіх його виробників;

кнопка приведення логістичної мережі до тієї, що задовольняє умови, шляхом видалення деяких товарів і агентів;

поле введення імені файлу для читання архітектури мережі і системи цін;
кнопка, що ініціює читання з файлу збереженої архітектури мережі і системи цін.

На рис.3.11. видно, що на випадковим чином мережі, що згенерувала, з лінійними виробничими циклами і великою конкуренцією як виробників, так і споживачів по описаному алгоритму не може бути зроблене здійснене розміщення.

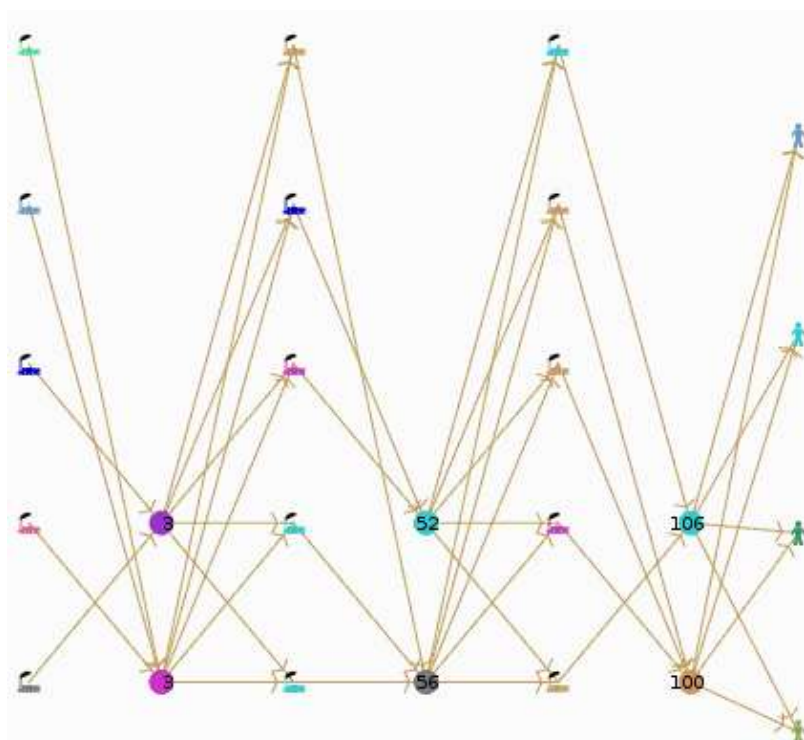


Рис 3.11. Випадковим чином згенерована мережа

Кінцеві товари в результаті монотонний зростаючих аукціонів піднімаються в ціні вище за поріг, вказаний споживачами. Поріг в даному випадку складає 100 одиниць. Для нижнього товару ціна рівна пороговою, але це пояснюється тим, що всі виробники, що пропонували його, вийшли з конкурентної боротьби на попередніх етапах імітації – для будь-якої виробничої дороги створення цього товару кінцевого вжитку обходиться дорожчим, ніж його поточна аукціонна ціна.

На рис 3.12. представлена мережа із структурою і первинною системою цін, збереженими у файл. Тут видно, що в наслідок нелінійності виробничого процесу запропонований алгоритм формування системи цін не може бути виконаний за кінцеве число кроків. Це пояснюється тим, що нижній виробник другого виробничого рівня прагне брати участь у виробничому процесі і піднімає ціну на свої ресурси, що є також ресурсами конкурента і споживача його продукції. Здійснені розміщення для даної мережі передбачає неучасть цього виробника.

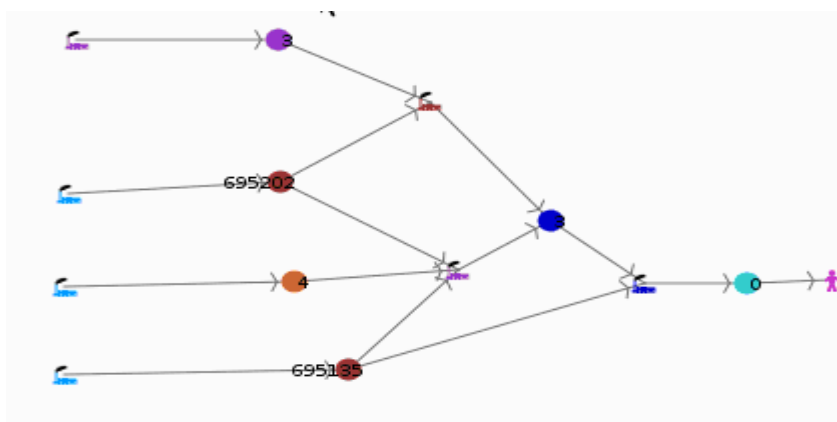


Рис3.12. Мережа із структурою і первинною системою цін, збереженими у файл. Неможливість формування системи цін

На рис 3.13. мережа за мінімальне число кроків приходять до здійсненого розміщення і відповідної системи цін. При цьому два з товарів кінцевого вжитку (один з яких є також і ресурсом для останнього рівня виробничого циклу) беруть участь в розміщенні, а один товар кінцевого вжитку не виробляється.

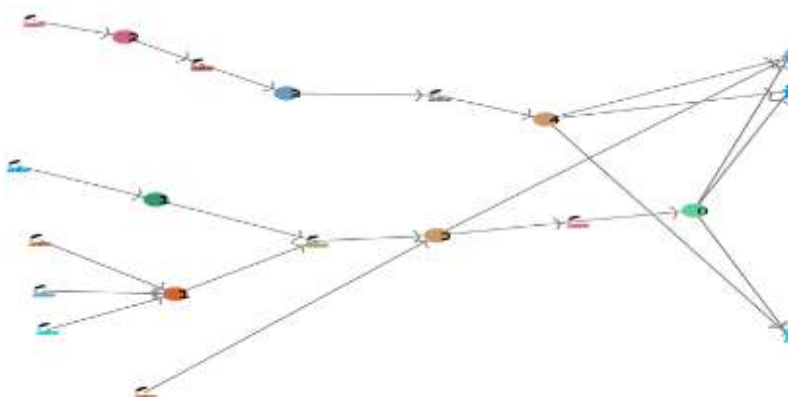


Рис.3.13. Мережа із структурою і первинною системою цін, збереженими у файл. Сформована система цін

На рис.3.14. представлені параметри вершини графа – товару, що включеного в розміщення, є одночасно товаром кінцевого вжитку і ресурсом.

who	11
color	105
heading	218
xcor	1.1153846153846168
ycor	-4.653846253846158
shape	"circle"
label	3
label-color	9.9
breed	goods
hidden?	false
size	1
pen-size	1
pen-mode	"up"
b-winner	(customer 17)
s-winner	(producer 5)
price	3

Рис.3.14. Параметри вершини графа – товару, що включеного в розміщення, є одночасно товаром кінцевого вжитку і ресурсом

Його продавцем є виробник першого рівня, що виграє конкурентну боротьбу у виробничого ланцюжка з двох рівнів. Його покупцем є єдиний зацікавлений в нім кінцевий споживач. На рис.3.15. представлені параметри вершини графа – товару кінцевого вжитку, включеного в розміщення. Його продавцем є єдиний виробник. Його покупцем є один з двох ідентичних по зв'язкам покупців з меншим кроком збільшення аукціонної ставки.

who	16
color	105
heading	162
xcor	5.423076923076923
ycor	3.5769229769230755
shape	"circle"
label	4
label-color	9.9
breed	goods
hidden?	false
size	1
pen-size	1
pen-mode	"up"
b-winner	(customer 19)
s-winner	(producer 14)
price	4

Рис.3.15. Параметри вершини графа – товару кінцевого вжитку, включеного в розміщення

Таким чином, із застосуванням додатку NetLogo:

була реалізована модель координації поведінки економічних агентів при формуванні системи цін в логістичній мережі шляхом аукціону з монотонно зростаючими ставками;

було реалізовано створення логістичної мережі в представленні дводольного графа з випадковими параметрами (системою цін) і структурою, що задовольняють вимогам до такої вистави;

був розроблений формат файлу зберігання структури логістичної мережі і системи цін;

було реалізовано читання збереженої структури і системи цін з файлу для повторного дослідження;

запропонований механізм формування системи цін шляхом аукціону з монотонно зростаючими ставками;

запропонований алгоритм досліджений, знайдені його недоліки, сформована логістична мережа, для якої вживання алгоритму не наводить до формування ефективного логістичного ланцюга за кінцеве число кроків.

3.3. Побудова імітаційної моделі окремого логістичного ланцюга для візуалізації ефекту від використання SCM

Проведені теоретичні експерименти в середовищі NetLogo довели ефективність і надійність саме розподіленої структури ланцюгів постачань. Тому було вирішено побудувати імітаційну двох ідентичних виробництв двох однакових товарів. Поставили перед собою завдання завдяки оперуванню параметрами логістичних ланцюгів довести, що при інших рівних умовах, підприємство, що використовує належним чином SCM буде мати перевагу.

Імітаційні експерименти будемо проводити за допомогою пакету AnyLogic. Як відомо, AnyLogic – програмне забезпечення для імітаційного моделювання, що має сучасний графічний інтерфейс та дозволяю використовувати мову Java для створення моделей. AnyLogic широко використовується у бізнесі, а саме у наступних галузях: ланки поставок, складування (складська логістика), перевезення, моделювання пасажиропотоку, виробництва, різних соціально-економічних явищ.

З поміж інших це програмне забезпечення вирізняється тим, що дозволяю поєднувати різні підходи до моделювання в рамках однієї моделі. Наприклад, поєднати системну динаміку та агентне моделювання (agent-based models).

Пропонуємо наступну імітаційну модель. Є два альтернативних продукти А та В, що виробляються конкуруючими підприємствами, у кожного свій ланцюг поставок. У рамках даної моделі не будемо приділяти увагу внутрішнім процесам на підприємствах у ланцюзі, адже це не є основним завданням моделювання. Початково люди не є споживачами жодного з продуктів, проте вони схильні до реклами та особистого спілкування між собою. Через деякий час обидва продукти стають непридатними, що створює повторний попит на товар тієї ж фірми. Якщо товар тієї ж фірми недоступний протягом певного часу, споживач може змінити свої вподобання.

Ринок споживачів формується за допомогою агентного моделювання, а ланцюги поставок – системної динаміки. У якості результатів модель показує частку ринку, якою володіє кожна з компаній та сумарні витрати на складування продукції.

Оскільки у рамках даної роботи було вирішено зосередитись на важливості функціонування логістичних ланцюгів належним чином, модель будемо зображати максимально спрощення, без поглиблення у виробничі процеси.

Найпростіший ланцюг поставок матиме наступний вигляд (рис. 3.16).

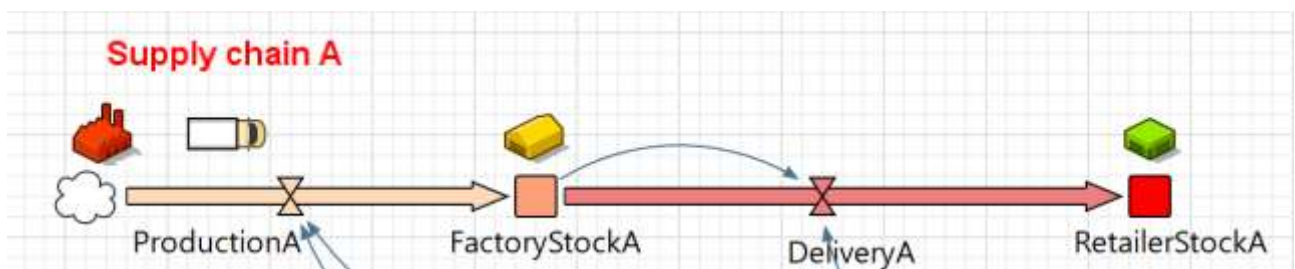


Рис. 3.16. Узагальнений ланцюг поставок

ProductionA – потік (flow) виробництва товару А на фабрику FactoryStockA;

DeliveryA – потік (flow) доставки товару від фабрики до реалізатора (RetailerStockA).

Аналогічно заданий логістичний ланцюг для другого виробництва.

Як вже було сказано, споживчий ринок реалізуємо за допомогою агентного моделювання. Наведемо вимоги до множини агентів Consumers:

- ринок налічує 1000 споживачів;
- спочатку жоден із агентів не споживає жоден с товарів;
- кожен із споживачів обирає між товаром А та В на основі реклами (заданий коефіцієнт) та спілкування з іншими споживачами;
- обидва товари через певний час стають непридатними;
- після виходу товару з ладу, споживач хоче купити продукт тієї ж фірми;

- якщо продукт тієї ж фірми не буде доставлений протягом певного часу, споживач буде готовий купити будь-який товар, який перший буде у наявності (тобто переходить у стан WantAnything).

Реалізуємо поведінку агентів за допомогою діаграми станів (рис. 3.17).

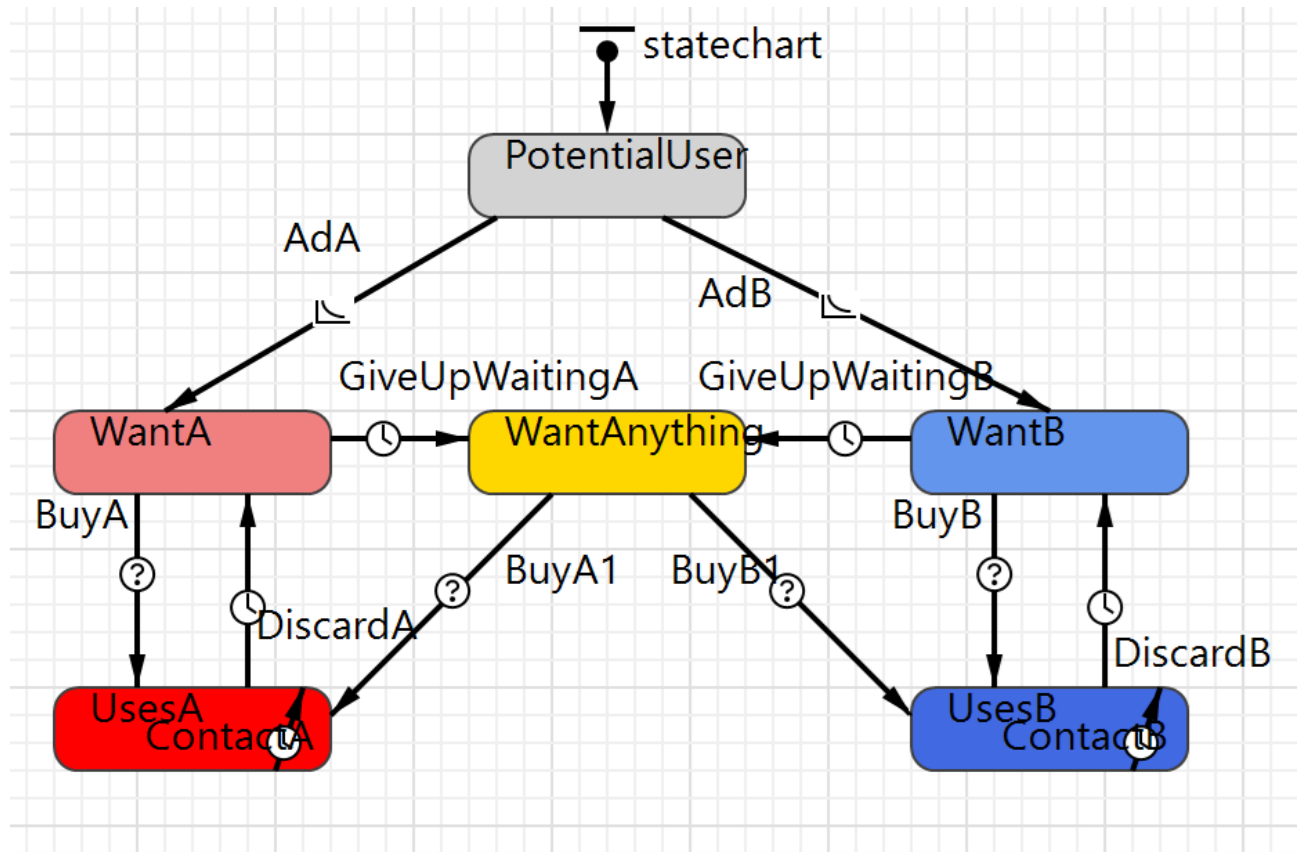


Рис. 3.17. Діаграма станів

Сформуємо вимоги до опису імітаційної моделі:

- Продукти А та В – альтернативи, тобто взаємозамінні. Ціни рівні, а, отже, не мають значення;

Споживачі (кількість агентів – 1000) спочатку не використовують жоден з продуктів, проте потенційно заінтересовані;

Споживачі чутливі до реклами та рекомендацій один одного;

Реклама створює попит на продукцію. Її ефективність складає 0.011 від кількості потенційних споживачів у день. Обидві компанії використовують рекламу. Для цього експерименту встановимо рівні значення ефективності реклами;

Кожен зі споживачів контактує з п'ятьма іншими кожен день. При цьому він з ймовірністю 0.015 переконає іншого купити той самий товар (аналогічні значення для товару В);

Кожен з товарів стає непридатним через 7-10 днів (рівномірний розподіл) після покупки;

Після виходу товару з ладу, формується попит на товар тієї самої фірми;

Після виходу товару з ладу, споживач буде чекати на товар тієї ж фірми протягом 2 днів. Якщо за цей час, не буде доставлено товару, він перейде у стан WantAny. Тобто купить перший товар, який стане доступним (А чи В);

Логістичний ланцюг характеризується наступними твердженнями:

Споживачі купляють товар з RetailerStock, що за замовчуванням містить 100 товарів;

Продукція створюється виробником, що продукує Production Rate на день;

Кінцева продукція постачається дистриб'ютору (RetailerStock) з затримкою, що визначає користувач;

Дистриб'ютор доповідає Виробнику кількість попиту з затримкою, що визначає користувач.

Користувач може регулювати затримку з якою інформація про попит доходить до виробника та час доставки товару до дистриб'ютора. Таким чином ми можемо симулювати SC, що не працює належним чином і порівнювати її з іншою.

Заради візуалізації було додано діаграму, що відображає потоковий попит, гістограму, що відображає сукупні витрати на зберігання продукції. Та кругову діаграму, що показує точкове співвідношення кількості товарів на споживчому ринку.

Було здійснено декілька прогонів системи за умов: не втручання користувача та однакових умов і за умови внесення редагувань до параметрів моделі, а саме збільшення затримки часу потоку інформації. Таким чином була імітована ситуація, коли компанія не використовує ефективно концепцію SCM, не має налагодженої кооперації з іншими об'єктами у ланцюгу.

Відповідно до прогонів, що наведені у Додатку Г, можемо стверджувати про втрату позицій на ринку компанією, що не налагодила SCM, та значному збільшенню загальної вартості зберігання продукції. Тобто можемо робити висновки про важливість належного стану логістичних ланцюгів для результатів виробництва в умовах конкурентного середовища.

Тобто, компанія, з налагодженими інформаційними потоками в SCM працює ефективніше, займає більшу частку ринку, а, отже, є більш конкурентоздатним у порівнянні зі звичайним підприємством.

Наведемо коротку історичну справку. Anheuser-Busch InBev (AB InBev) – міжнародна пивоварна компанія, найбільший виробник пива у світі. У 2018 році була об'єднана з найбільшим виробником пива у Туреччині – Anadolu Efes. Anheuser-Busch InBev здійснює операції на ринках 50 країн, у більшості з них посідає провідні позиції. У групі компаній Anheuser-Busch InBev працюють близько 200 тис. співробітників по всьому світу.

AB InBev Efes в Україні має три пивоварні в Чернігові, Харкові та Миколаєві. Портфель пивних брендів складається з глобальних ТМ: Bud, Corona Extra, Stella Artois; міжнародних ТМ: Hoegaarden, Leffe, Beck's, Lowenbrau, Franziskaner, Spaten, Staropramen, Toller; а також локальних ТМ: «Чернігівське», «Рогань», «Янтар», «Жигулівське Оригінальне». Anheuser-Busch InBev традиційно розвиває свій бізнес, виходячи з принципів корпоративної соціальної відповідальності. Компанія приділяє велику увагу пошуку шляхів скорочення негативного впливу на зовнішнє середовище, просуває культуру відповідального споживання алкоголю, будує відкриті та чесні відносини з суспільством.

В Україні компанія представлена 3 заводами: у Харкові, Чернігові та Миколаєві та Бізнес Сервіс Центром (БСЦ) у Харкові. БСЦ – це внутрішній підрозділ компанії, самостійна функціональна частина, метою якого є підтримка та управління бізнес-процесами, поліпшення фінансової прозорості і підвищення рівня сервісу для наших клієнтів. Бізнес Сервіс Центр (БСЦ) був заснований у листопаді 2008 року для підтримки бізнесу компанії в Центральній та Східній

Європі. На сьогодні БСЦ є найбільшим європейським офісом компанії AB InBev, у якому працює близько 600 співробітників.

Місія компанії: «Наша мрія об'єднувати людей, щоб робити світ кращим».

На даний момент компанія займає лідуєчі позиції на ринках України та Росії.

10 принципів компанії:

Ми прагнемо об'єднувати людей, щоб робити світ кращим;

Кращі люди – основне багатство компанії.

Ми повинні обирати людей, які завдяки правильному розвитку, вирішенню складних завдань і підтримці можуть стати кращими за нас;

Наші результати ніколи нас повністю не задовольняють, що є рушійною силою нашої компанії;

Споживач – понад усе;

Ми – компанія власників. Власники несуть особисту відповідальність за результат;

Ми віримо, що керуючись здоровим глуздом, вибираючи прості рішення, ми швидше досягнемо результату;

Ми постійно контролюємо наші витрати на великі інвестиції у розвиток нашого бізнесу;

Лідерство на власному прикладі – цінність нашої культури. Ми робимо те, що говоримо.

Ми не шукаємо легких та швидких шляхів для успіху бізнесу. Чесність, старанна робота, якість і послідовність грають ключову роль у побудові нашої команди.

У якості інформаційної підтримки процесів управління AB Inbev Efes використовує систему ERP, а саме, SAP R/3. Для систем рівня SAP характерні висока ціна впровадження та підтримки. Складність технічної підтримки. Таку систему можуть собі дозволити лише найбільші корпорації у світі. Приклад початкового екрану міститься у Додатку Д.

Розглянемо узагальнену схему виконання замовлення клієнта від моменту, коли клієнт його відправив, до прибуття продукції клієнту у потрібне місце, потрібний час та потрібної кількості (Рис. 3.18):

спеціаліст відділу обслуговування клієнтів отримує заявку від клієнта. Спеціаліст коректує її відповідно до актуальних остатків продукції на складах та заносить до SAP заказ та поставку;

спеціаліст транспортного відділу комунікує з транспортними компаніями (3PLs);

спеціаліст відділу обслуговування клієнтів створює схему погрузки продукції в авто, щоб уникнути перевантаження авто (приклад схеми наведено у Додатку Ж);

продукція відправляється клієнту.



Рис. 3.18. Узагальнена схема логістичного ланцюга БСЦ

Було побудовано імітаційну модель логістичного ланцюга АВ Inbev Efes в Україні. Цей ланцюжок поставок містить три заводи: у Харкові, Чернігові та Миколаєві. Та 24 дистриб'ютори. З метою збереження конференційної інформації, не будемо наводити повний список дистриб'юторів з адресами – обмежимося 24 та приблизним розташуванням, цього буде достатньо для демонстрації моделі.

Ця робота посвячена розгляду можливостей побудови імітаційних моделей логістичних ланцюгів та пошуку потенційної вигоди для бізнесу, тож допустимо деякі спрощення у роботі окремих елементів моделі.

Кожен виробник має парк автомобілей (3PLs з якими, заключено контракти). Кожен з 24 дистриб'юторів замовляє певну кількість продукції у заводу, до якого він прив'язан за територіальним принципом. Для спрощення будемо вважати, що продукція лише одного виду – пиво, без розподілу на різні позиції. Коли завод отримує замовлення, він перевіряє чи достатньо товару на складі. Якщо замовлена кількість продукції є на складі, то відправляється вантажівка до дистриб'ютора. У іншому випадку дистриб'ютор очікує поки достатня кількість продукції не буде накоплена на складі.

Дистриб'ютори, вантажівки та заводи – агенти, у кожного є своя логіка поведінки: діаграма системної динаміки задає виробництво, а діаграма процесів – відправлення та оброблення заказів. Агенти перебувають у ГІС просторі. Координати заводів та дистриб'юторів зчитуються з бази даних. Вантажівки рухаються по реальним дорогам по принципу найшвидшого маршруту.

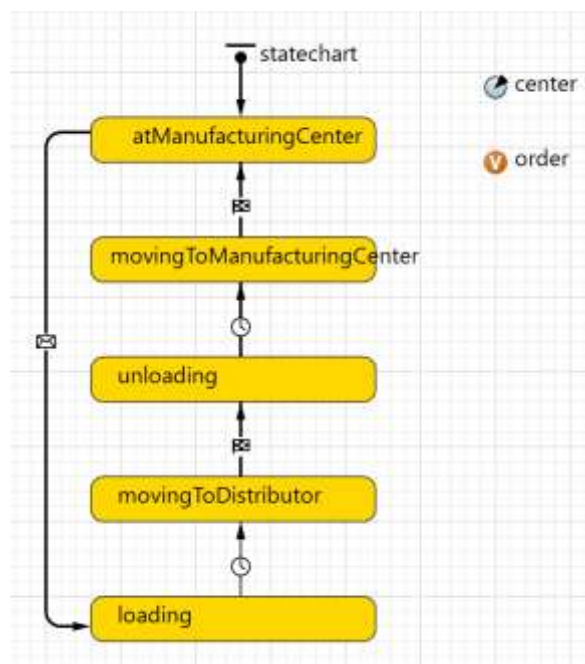


Рис. 3.19. Діаграма станів вантажівки

Виробництво на заводах реалізовано простою системною динамікою з постійним темпом виробництва продукції.

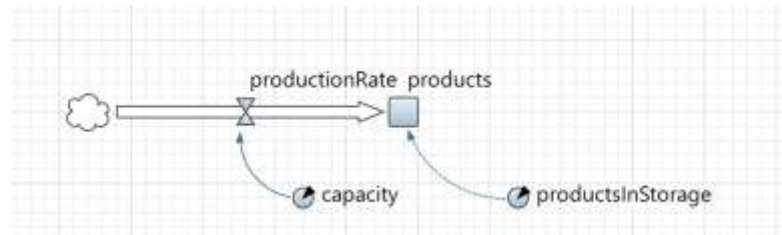


Рис. 3.20. Системна динаміка виробництва



Рис. 3.21. ГІС мапа з заводами, дистриб'юторами та вантажівками

Розглянемо основні можливості ПЗ AnyLogic для моделювання логістичних ланцюгів:

завантажити на кожен із заводів актуальні залишки продукції (вивантаження звіту із SAP);

завантажити планові транспортування на добу;

відстежувати продукцію на складах;

можливість прийняття оперативних рішень у випадку нетипових ситуацій (зрив строків поставки, надзвичайні обставини з авто і тд);

принципово новий підхід до логістики, що дозволить реалізувати концепцію SCM, стати ближче до ідеї віртуального підприємства;

пошук нових можливостей для оптимізації логістичних перевозів;

тестування «What-if» сценаріїв.

Така імітаційна модель, може дозволити контролювати рівень запасів на кожному зі складів, збільшити точність прогнозів на реалізацію та тестувати різноманітні конфігурації мережі дистриб'юції. Це у свою чергу може дозволити більш ефективно витратити кошти на логістику поставок.

До недоліків AnyLogic можна віднести великі матеріальні витрати на програмне забезпечення та його впровадження. Використання такого моделювання – довгострокова інвестиція, що не дасть миттєвого приросту, проте у перспективі компенсує витрати та зробить бізнес більш ефективним.

ВИСНОВКИ

На сучасному етапі економічного розвитку відбувається все більше злиття сфер виробничого менеджменту та логістики. Сучасні ринки є в більшості випадків ринками клієнтів, що ставить перед підприємствами вимоги ведення бізнесу на принципах орієнтованості на клієнта. Це означає необхідність своєчасного розпізнавання потреб клієнта, швидку реакцію на зміни, облік індивідуалізації замовлень клієнтів і швидку концентрацію необхідних ресурсів для їх виконання. З іншого боку, основні тенденції виробничого менеджменту полягають в розвитку спеціалізації підприємств, виділення ключових компетенцій, скорочення не основних процесів з подальшим їх придбанням у партнерів по бізнесу (концепція аутсорсингу). Це викликає значне збільшення значення коопераційних зв'язків і сфер взаємодії підприємств.

Ведення бізнесу, ґрунтуючись на принципах орієнтованості на клієнта і кооперації, обумовлює необхідність реінжинірингу бізнес-процесів та моделей планування та управління підприємством, а також впровадження відповідних інформаційних технологій. В даних умовах, коли на ринках конкурують вже не окремі підприємства, а логістичні ланцюги, об'єктом управління стають вже не окремі функції логістики та виробничого менеджменту, а логістичний ланцюг (ланцюг створення вартості) в цілому. Участь підприємства в ЛЛ є не просто ефективним, але навіть ключовим фактором конкурентоспроможності на сучасних та майбутніх ринках.

Дана парадигма зумовлює значні зміни в підходах до організації і управління бізнесом. Ці зміни насамперед пов'язані з появою нових форм конкурентної боротьби, заснованих на стратегічному взаємодії (collaboration) підприємств. На засадах взаємодії, синхронізації основних бізнес-процесів і моделей планування і управління на основі єдиних інформаційних каналів з постачальниками і клієнтами по всьому логістичному ланцюгу базується на концепції Supply Chain Management (SCM) – управління логістичними ланцюгами.

SCM — це системний підхід до інтегрованого планування і управління всім потоком інформації, матеріалів та послуг від постачальників сировини через підприємства і склади до кінцевого споживача. Для підприємства впровадження концепції SCM означає ведення бізнесу на принципах стратегічного взаємодії з постачальниками і клієнтами. Відмінність концепції SCM від традиційних форм організації та управління підприємством полягає в синхронізації основних бізнес-процесів і моделей планування і управління на основі єдиних інформаційних каналів з постачальниками і клієнтами по всьому логістичному ланцюгу.

Впровадження концепції SCM дає змогу мінімізувати bullwhip-ефект, що у свою чергу зменшує ризик наявності дефіциту або невикористаних ресурсів. Тобто зменшити витрати бізнесу від недопостачання продукції клієнтам та скоротити логістичні витрати (на складування продукції, додаткові рейси ZPLs).

Щоб оцінити узгодженість усіх ланок поставок була використана змінна затримки інформації. Збільшивши її значення, ми могли спостерігати втрату конкурентної переваги одного з виробництв, а також збільшення кількості невикористаних ресурсів, що у свою чергу призвело до збільшення вартості зберігання. Тобто можемо зробити висновок, що підприємство, яке активно використовує концепцію SCM матиме перевагу у порівнянні з аналогічними конкурентами.

В середовищі NetLogo було побудовано модель логістичних ланцюгів постачань на однодольних та дводольних графах. Були виділені експериментально стани рівноваги макросистеми, які при своїй зовнішній схожості володіють різною мірою стійкості і вірогідністю настання, що пояснюється різними механізмами їх здійснення. Був розглянутий випадок порушення ланцюга постачань в наслідок недоліку грошових коштів економічних агентів на окремих рівнях мережі для продовження операційної діяльності. Виявилось, що за інших рівних умов більш схильними до такого банкрутства виявилися економічні агенти, видалені і від кінцевого споживача і від постачальника первинного ресурсу.

Була побудована імітаційна модель логістичних ланцюгів. Були використані нові можливості AnyLogic, а саме, ГІС карти. Імітаційна модель такого рівня можна використовувати для покращення якості управління залишками на складах, збільшення точності прогнозування. Тестування різноманітних сценаріїв «What-If».

До недоліків використання програмного забезпечення AnyLogic можемо віднести значні матеріальні витрати на розробку та впровадження. Використання такого моделювання – довгострокова інвестиція, що не дасть миттєвого приросту, проте у перспективі компенсує витрати та зробить бізнес більш ефективним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Axelrod R. The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration. — Princeton Univ. Press, 1999.
2. Bacquet J., Fatehüg P., Vülasanta J., Zwegers A. An outlook of future research needs on networked organizations, Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 17-24.
3. Bonabeau E., Doiigo M., Theraulaz G, From Natural to Artificial Swarm Intelligence. — New York: Oxford University Press, 1995.
4. Bramel J., Simchi-Levi D. The logic of logistics: Theory, algorithms, and applications for logistics management, New York u.a.: Springer, 1997.
5. Brewer P. C, Speh T. W. Using the Balanced Scorecard to Measure Supply Chains Performance. In.: Journal of Business Logistics 21 (2000)1, PP. 75-93.
6. Cachón C. P., Fisher M. Supply chain inventory management and the value of shared information, in: Management Science 46 (2000), PP. 1032-1048.
7. Camarinka-Matos L. M., Afsannanesh H. The emerging discipline of collaborative networks, In: Virtual Enterprises and Collaborative Networks, edited by L Camarihna-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, PP. 3-16.
8. Chandra C, Kamrani A. K. Mass Customization: A Supply Chain Approach, Springer, 2004, P. 288.
9. Chen F. cc al. Quantifying the bullvvhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information, in: Management Science 46 (2000), PP. 436-443.
10. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service (2nd Edition). — Pitman Publi–shing, 1999.
11. Cohen M. A., Lee H. L Strategic analysis of integrated production-distribution systems: Models and methods, in: Operations Research 36 (1988), PP. 216-228.
12. Collaborative Networked Organizations; A Research Agenda for Emerging Business Models, Luis M. Camarinha-Macos, Hamidch Afsarmanesh, Kluwer Academic Publishers, 2004, P. 346.

13. Das T.K., Teng B.S. Managing risks in strategic alliances. *Academy of Management Executive* 13, 1999, PP. 50-62.
14. Fox M.S., Barhuceami M., and Teigen R. Agent-Oriented Supply Chain Management System, *International journal of Flexible Manufacturing Systems*.no. 12 (2000), PP. 165-188
15. Handfield R. B, Nichols E. L. *Introduction to Supply Chain Management*. Prentice Hall, New Jersey, 1999.
16. Ballou R. *Business logistics management: Planning, organizing, and controlling the supply chain*, 4. Aufl., Upper Saddle River (NJ): Prentice-Hall, 1999.
17. Barnes & Noble - Books, Textbooks, eBooks, Toys, Games & More, <http://barnesandnoble.com>
18. Bikhchandani, S., & Ostroy, J. M. (2002). The package assignment model. *Journal of Economic*
19. Borenstein, S., & Saloner, G. (2001). Economics and electronic commerce. *Journal of Economic Perspectives*, 15(1), 3–12.
20. Covisint : Enabling Information Ecosystems, AMR Research, <http://www.covisint.com>
21. D. P. Looze, and H. Salhi. "Aggregation in hierarchical systems: Approximate decompositions", *Proc. 19th C.D.C.*, Albuquerque, NM, Dec. 1980.
22. Davidow, W. H. (1992). *The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century*. HarperCollins Publishers.
23. Davis, R., & Smith, R. G. (1983). Negotiation as a metaphor for distributed problem solving.
24. Babaioff, M., Nisan, N. (2001). Concurrent auctions across the supply chain. In *Third ACM Conference on Electronic Commerce*, pp. 1-10.
25. Babaioff, M., Walsh, W. E. (2003). Incentive-compatible, budget-balanced, yet highly efficient auctions for supply chain formation, *Fourth ACM Conference on Electronic Commerce*, pp. 64-75.
26. Bichler, M. (2001). *The Future of e-Markets: Multidimensional Market Mechanisms*. Cambridge University Press.

27. Bikhchandani, S., & Mamer, J. W. (1997). Competitive equilibrium in an exchange economy with indivisibilities. *Journal of Economic Theory*, 74, 385-413.
28. Bikhchandani, S., & Ostroy, J. M. (2002). The package assignment model. *Journal of Economic Theory*, 107, 377-406.
29. Clearwater, S. (Ed.). (1996). *Market-Based Control: A Paradigm for Distributed Resource Allocation*. World Scientific.
30. Davis, R., & Smith, R. G. (1983). Negotiation as a metaphor for distributed problem solving. *Artificial Intelligence*, 20, 63-109.
31. Friedman, D., & Rust, J. (Eds.). (1993). *The Double Auction Market: Institutions, Theories, and Evidence*. Addison-Wesley.
32. Greenwald, A. (2003). The 2002 trading agent competition: An overview of agent strategies. *AI Magazine*, 24(1), 77-82.
33. Gul, F., & Stacchetti, E. (2000). English and double auctions with differentiated commodities. *Journal of Economic Theory*, 92, 66-95.
34. Kelso, A. S., & Crawford, V. P. (1982). Job matching, coalition formation, and gross substitutes. *Econometrica*, 50(6), 1483-1504.
35. Veeramani, D., Joshi, P., & Sharma, V. (1999). Critical research issues in agent-based manufacturing supply webs. In *Agents-99 Workshop on Agents for Electronic Commerce and Managing the Internet-Enabled Supply Chain*.
36. Vickrey, W. (1961). Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. *Journal of Finance*, 16, 8-37.
37. H. S. Witsenhausen. "A counterexample in stochastic optimal control", *SIAM J. Contr.*, vol. 6, no. 1, 1968.
38. McAfee, R. P., & McMillan, J. (1987). Auctions and bidding. *Journal of Economic Literature*, 25, pp. 699-738.
39. Rohollah Mosallahnezhad, *Cooperative, Compact Algorithms for Randomized Algorithms*, Applied Mathematics and Computation, 2007
40. N. R. Sandel and M. Athant. "Solution of some nonclassical LOG stochastic decision problems", *IEEE Trans. Automat. Contr.*, vol. AC-19, Apr. 1974.
41. P. Whittle and J. Rudge. "The optimal linear solution of a symmetric team

control problem", *J.Appl.Probability*, vol. 11, 1974.

42.R. R. Tenney and N. R. Sandell. "Structures for distributed decisionmaking", *IEEE Trans. Systems, Man, Cybernetics*, vol. 11, No. 8, pp. 517-527, Aug. 1981.

43.Stock RJ, Lambert MD. Strategic Logistics Management. — McGraw-Hill, Irwin, 2001. — PP. 682.

44.Textil-server, <http://www.textil-server.de>

45.Travelocity Travel: Airline Tickets, Hotels, Flights, Vacations, Cruises & Car Rentals, <http://www.travelocity.com>

46.Y. C. Ho. "Team decision theory and information structures", *Proc. IEEE*, vol. 68, no. 6, June 1980.

47.Ygge, F. (1998). Market-Oriented Programming and its Application to Power Load Management. Ph.D. thesis, Lund University.

48.ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. — М.: Изд. стандартов, 1998. — 24 с.

49.ГОСТ 22270-76. Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. — М.: Изд. стандартов, 1993. — 24 с.

50.ДсанПіН 3.3.2.007 – 98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ЕОМ.

51.E-trade-center, <http://www.e-trade-center.com>

52.Иванов ДА, Виртуальные предприятия и логистические цепи: комплексный подход к организации и оперативному управлению в новых формах производственной кооперации. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003.

53.НАПБ Б.03.002-2007 Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

54.Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. — М.: Наука, 1981.

55.Козье Д. Электронная коммерция. - М: Русская редакция, 1999.

56.Линдере М., ФеронХ. Управление снабжением и запасами. Логистика. — СПб.: Полигон, 1999.

57. Манюшис А., Смольяпинов В., Тарасов В. Виртуальное предприятие как эффективная форма организации внешнеэкономической деятельности// Проблемы теории и практики управления, 2003.-№ 4. - С. 89-93.
58. Месарович М., МакоД., Такахара Я. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973.
59. Миротик Л.Б., Ташбаев Ы. Э. Системный анализ в логистике: Учебник. — М.: Экзамен, 2002.
60. Миротик Л.Б., Некрасов А. Г. Логистика интегрированных цепочек поставок: Учебник. — М.: Экзамен, 2003.
61. Моисеев И. Н. Элементы теории оптимальных систем. — М.: Наука, 1975.
62. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981.
63. Некрасов А. Г. Взаимодействие информационных ресурсов в логистических цепочках поставок (на примере транспортной отрасли). - М.; Техполиграфцентр, 2002.
64. Рябушин И. Л. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. - СПб.: Политехника, 2002.
65. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1989.
66. Саати Т.Л., Керш: К. Аналитическое планирование и организация систем. - М.: Радио и связь, 1991.
67. Савин Р. И. Системное моделирование сложных процессом. — М.: Фаяк, 2000.
68. Сергеев В, И. Управление цепями поставок в России: миф или реальность?// Логистика и управления цепями поставок, 2004. - № 1. – С. 14-33.
69. Скурихии В. И., Забродский В. А., Копейченко В. Адаптивные системы управления машиностроительным производством. — М: Машиностроение, 1989.
70. Соколова А, Н., Геращенко fi. И. Электронная коммерция: мировой и российский опыт. — М.: Открытые системы, 2000.