

УДК 330.45:334.012.64

*С. Л. Хрипко,
д. т. н., доц., професор кафедри інформаційних технологій,
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя
Т. Ю. Огаренко,
к. е. н., доцент кафедри інформаційних технологій,
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя
В. Л. Шевченко,
студент кафедри економіки,
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя*

МОДЕЛЮВАННЯ ЗБУТОВОЇ ЛОГІСТИКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ МЕРЕЖ

*S. L. Khripko,
Doctor of Sciences (Technical), Associate Professor, Professor of the Department of
Informational Technologies, Classic Private University, Zaporizhzhya
T. U. Oharenko,
Ph.D., Associate Professor of the Department of Informational Technologies,
Classic Private University, Zaporizhzhya
V. L. Shevchenko,
Student of the Department of Economics, Classic Private University, Zaporizhzhya*

MODELING OF MARKETING LOGISTICS OF SOCIAL AND ECONOMIC NETWORKS

Методи моделювання збутової логістики соціально-економічних мереж, які направлені на оптимізацію схем матеріальних потоків, останнім часом знаходять поширення при дослідженні взаємодії виробника продукції і покупця. Соціально-економічна мережа, як і будь-яка система, функціонує під впливом факторів зовнішнього середовища, тому одним з основних завдань аналізу стає визначення факторів зовнішнього середовища, що чинять найбільший вплив на основні показники соціально-економічної мережі: продуктивність, зв'язність і витратність мережі.

Визначено, що при введенні додаткових дилерів у мережу темпи приросту пропозиції товарів в регіонах зростають, однак при зменшенні місткості ринку ймовірність того, що вони різко знизяться, суттєвіша, ніж при меншій кількості дилерів. Виробник, створивши мережу, чітко регулює політику дилерів на ринку, тобто виключає між ними конкуренцію й чітко лімітує їх кількість залежно від сформованої на ринку ситуації.

Methods of modeling the marketing logistics of social and economic networks, which are aimed at optimizing schemes of material flows, have recently become widespread in research on the interaction of the product manufacturer with the buyer. The social and economic network, as well as any system, functions under the influence of environmental factors. Thus, one of the main tasks of the analysis is to determine the environmental factors that have the greatest impact on

the main indicators of the socio-economic network: productivity, connectivity and cost of network.

It was determined that when introducing additional dealers, the growth rate of supply of goods in the regions is increasing, but with the decrease in market capacity, the likelihood that they will sharply decrease much more than with a smaller number of dealers. The manufacturer, having created a network, clearly regulates the policy of dealers in the market, that is, eliminates competition between them and clearly limits their number depending on the situation in the market.

Ключові слова: збутова логістика, соціально-економічна мережа, модель, продуктивність, зв'язність, витратність мережі.

Keywords: marketing logistics, social and economic network, model, productivity, connectivity, cost of network.

Постановка проблеми.

Синтез й аналіз синергетичних моделей керування соціально-економічними системами стає останнім часом особливо актуальним, що зумовлено відкритістю соціально-економічних об'єктів як систем та їх здатністю до самоорганізації й адаптації. Представляється перспективним підхід до керування зазначеними об'єктами через розпізнавання, аналіз, прогнозування й керування процесами самоорганізації. Такий підхід є головною складовою системного керування й припускає розгляд системи керування організацією як цілісної сукупності елементів.

У цій сфері синергетичні моделі потрібні для виявлення "вузьких місць", що виникають у ході розвитку логістики виробництва. У випадку побудови адекватних моделей можуть бути проаналізовані альтернативні економічні стратегії й надано прогноз розвитку системи при різних керуючих впливах. Крім того, у ході верифікації моделей стає ясно, якою інформацією про досліджувану систему ми не володіємо. Це може стати важливим стимулом для проведення подальших соціологічних й економічних досліджень систем.

Тому перед підприємствами, регіональними виробничими структурами постають важливі завдання пов'язати в єдину логістичну систему, мережу виробничий процес зі збутовою логістикою на основі використання методів ідентифікації і моделювання процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Методи моделювання збутової логістики соціально-економічних мереж, направлені на оптимізацію схем матеріальних потоків, останнім часом знаходять поширення при дослідженнях взаємодії виробника продукції з покупцем [1, 4]. Натомість, процес удосконалення методів і моделей ефективного керування структурою соціально-економічних мереж, які б дозволили оцінити характер зовнішнього впливу на елементи соціально-економічних мереж (СЕМ) і сформулювати рекомендації для досягнення оптимальної структури та підвищення продуктивності мережі в умовах впливу на останню факторів зовнішнього середовища ще не отримали достатнього осмислення нових властивостей СЕМ в результаті її функціонування [2, 3].

Метою дослідження є моделювання збутової логістики соціально-економічних мереж із застосуванням інструменту імітаційного моделювання на підприємстві.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Процес моделювання соціально-економічних мереж, як правило, розбивається на етапи: збір, сортування та аналіз даних; проведення моделювання за раніше обраними моделями; аналіз отриманих результатів та прийняття рішень щодо подальших дій.

На першому етапі вивчення соціально-економічних мереж проводиться збір та аналіз інформації щодо діяльності агентів мережі. Основним завданням на даному етапі дослідження є вирішення проблеми про відображення структури соціально-економічної мережі та принципів її відображення.

Серед показників, які характеризують соціально-економічні мережі, прийнято виділяти [1, 4]: зв'язність мережі ($W \rightarrow opt$); витратність мережі; продуктивність мережі ($Pr_i \rightarrow max$).

Соціально-економічна мережа, як і будь-яка система, функціонує під впливом факторів зовнішнього середовища, зокрема, факторами, що здійснюють найбільший вплив на основні показники СЕМ, є: 1) конкуренція на ринку; 2) обсяг та структура споживчого попиту.

Процес моделювання взаємодії об'єктів, що входять до структури СЕМ, відбувається з урахуванням поточного загального стану економіки. Взаємодія об'єктів одного рівня ієрархії визначається моделями внутрішньовидової конкуренції, при цьому конкуренція проявляється тим різкіше, чим більше подібні потреби взаємодіючих видів.

Метою моделювання є отримання даних для визначення оптимального та прогнозованого стану соціально-економічної мережі. Основним завданням визначення рекомендацій щодо прийняття управлінських рішень є наближення прогнозованого стану СЕМ до оптимального.

Як показники визначення оптимального стану соціально-економічної мережі обрано кількість вузлів-брокерів, за допомогою яких відбувається трансфер ресурсу від підприємства-виробника до вузлів-прикордонників, що їх пропонується розглядати як кінцевих споживачів.

Загальна концепція процесу моделювання соціально-економічних мереж представлена на рис. 1.

З математичної точки зору СЕМ представляє собою граф, вершинами якого є люди або організації, а ребрами – зв'язки між ними. Зв'язки бувають прямими (з'єднують дві сусідні вершини) й непрямыми (дозволяють досягти ту або іншу вершину за кілька переходів з іншої вершини). Властивості зв'язків (ваги ребер) можуть бути різними: назва зв'язку, її тип або значимість.

Для обчислення продуктивності мережі використовують методи: перевірка здатності транслювати ресурс від одного актора (учасника мережі) до іншого, а також здатності мережі зберігати свою цілісність у випадку видалення одного або більше її учасників. Для розуміння ролі акторів в мережі виявляють їх місцерозташування усередині мережі.

Для сегментації ринку, представленого у вигляді мережевої структури, застосовують методи кластерного аналізу. Критеріями сегментування ринку (одним або кількома) є, наприклад, розміри (ємність) сегмента; доступність сегмента для підприємства; перспективність сегмента; прибутковість або рентабельність сегмента. Для застосування показника обсягу ринку в моделях доцільно провести його нормування й використати частки обсягу ринку для кожного набору вузлів (сегмента).

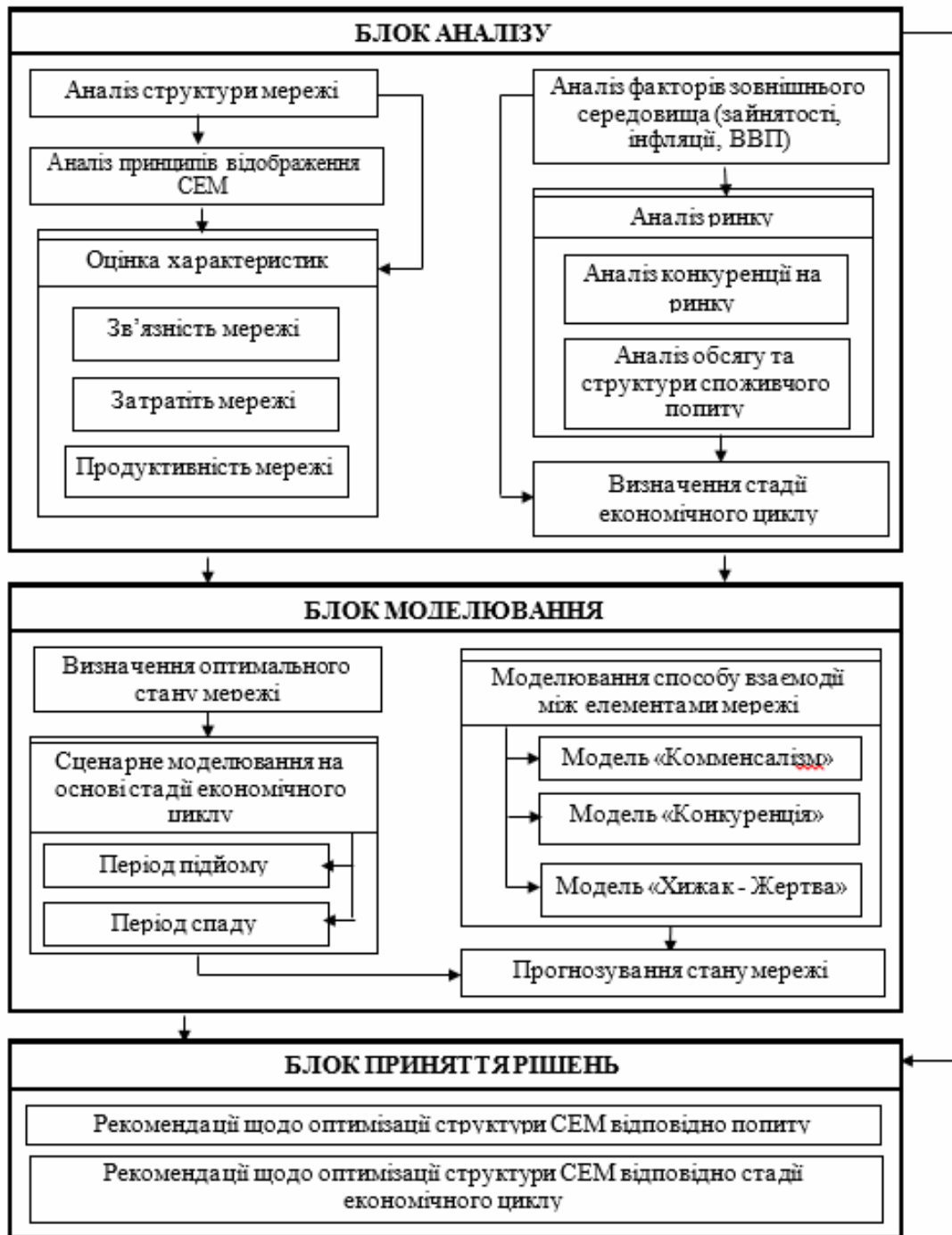


Рис. 1. Концепція моделювання SEM

Однією з найважливіших характеристик мережі є її структура, тобто сукупність різного роду взаємин і зв'язків між учасниками мережі. Ряд алгоритмів використовують для визначення груп, ієрархій, типів (ролей) учасників, каналів поширення інформації та ін. Вибір алгоритму залежить від типу мережі й того, які властивості мережі необхідно обчислити (або які гіпотези необхідно перевірити).

Для відображення структури SEM використовують два підходи: візуальне зображення мережі за допомогою вершин і з'єднуючих їхніх ліній та матричне подання.

Подання мережі зв'язку у вигляді мережі дозволяє застосувати математичний апарат теорії графів для завдань моделювання мереж зв'язку. Кожному ребру в мережі відповідає пара вершин $e=(v_i, v_j)$. Дві вершини є суміжними, якщо між ними існує ребро. Структура мережі задає інформацію про кількість вузлів мережі (вершини мережі – множина V), їх взаємне розташування і взаємозв'язок (ребра мережі – множина E). Кожному з елементів мережі (вершини й ребра) ставлять у відповідність певні характеристики елементів мережі зв'язку (наприклад, ємність вузла, довжина сполучної лінії і її ємність тощо). Якщо вершини й ребра мережі пронумеровані цілими числами від $1...n$ й $1...m$, де n – кількість вершин й m – кількість ребер, то

доступ до елементів мережі в структурі даних відбувається по індексу, що відповідає номеру вершини або ребра.

Одним з найпоширеніших представлень мережі є матриця суміжності, яка має розмір $n \times n$, кількість рядків і стовпців якої відповідають кількості вершин мережі, а елемент матриці на перетині i -ої строки й j -го стовпця характеризує наявність ребра між цією парою вершин мережі. При цьому $b_{ij} = 1$, якщо вершини i й j суміжні, інакше $b_{ij} = 0$.

При побудові матриці суміжності як об'єкти можуть бути виділені не тільки вузли мережі, але й області, отримані в результаті кластерного аналізу.

Матриця суміжності для областей матиме вигляд:

$$M_{ij} = \begin{cases} 1, m_i \cap m_j > 0 \\ 0, m_i \cap m_j = 0 \end{cases}$$

де m_{ij} – області.

У такий спосіб основний показник структури мережі можна виразити через вектор потенційного споживання [2]:

$$\bar{S} = \{M\} \times \bar{V},$$

де \bar{S} – вектор потенційного попиту;

\bar{V} – вектор споживання.

Наступним етапом в процесі аналізу є визначення основних характеристик мережі.

Продуктивність всієї мережі залежить від продуктивності кожного вузла або групи вузлів (кластера), що входять у дану мережу.

Коефіцієнт продуктивності $P\Gamma_i$ для кожного з вузлів, що входить у мережу визначимо як відношення сумарної мінімально допустимої пропускної здатності вузлів до очікуваної або існуючої віддачі [1, 2]:

$$P\Gamma_i = n \times \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{V_i},$$

де n – кількість вузлів;

Z – мінімально допустима пропускна здатність вузла;

V_i – очікувана чи існуюча віддача.

При цьому, якщо $0 \leq P\Gamma_i \leq 1$, то мережа продуктивна, а якщо $P\Gamma_i > 1$, то витрати перевищують віддачу і мережа не продуктивна.

Зв'язність мережі є важливою мірою її надійності. Граф є зв'язним, якщо кожна пара його різних вершин можуть бути підключені через деякі шляхи.

Показник зв'язності є максимальним зв'язаним підграфом. Кожна вершина належить до однієї компоненти зв'язності, так само як і кожне ребро:

$$W = F \times \sum D_i + \sum D_i \times v\Gamma_i,$$

де F – кількість центральних вершин в мережі (виробників);

D – кількість вершин-брокерів (дилерів);

$v\Gamma_i$ – частка споживання в сегменті.

Збільшення продуктивності мережі досягається перетворенням її таким чином, щоб показник зв'язності відповідав оптимальному значенню. Керованими показниками, які впливають на значення зв'язності мережі, є кількість центральних вершин або вершин-брокерів. Необхідно виділити нову центральну вершину із уже існуючих вершин-брокерів і в основу аналізу вкладати характеристики ребер.

Для збереження даних про ребра використовують матрицю інцидентності, кількість рядків якої відповідає кількості ребер мережі, а кількість стовпців дорівнює кількості вершин мережі. Елемент матриці задає інцидентність i -го ребра j -ої вершині. Як характеристики дуг мережі доцільно використати витрати ресурсу (матеріальні, трудові й т.д.). За допомогою матриці інцидентності виділяється вершина, що при трансформації її в центральну буде забезпечити оптимальну зв'язність та найбільшу продуктивність мережі.

Наведена методика розрахунку може використовуватись для визначення показників для аналізу існуючого стану соціально-економічної мережі, а також для прогнозування її розвитку у часі.

Розглянемо СЕМ в Україні компанії KNAUF, яка є виробником будівельних і оздоблювальних матеріалів. За оцінками фахівців 65% ринку виробництва гіпсокартонних листів займає продукція заводів компанії KNAUF. Інші 35% (майже 31 млн. м.кв. гіпсокартонних листів) на українському ринку належать виробам закордонних виробників, у першу чергу: Rigips (Польща), структурний підрозділ British Plaster Board (Великобританія), Lafarge (Франція) і Norgips (Польща). У незначних обсягах гіпсокартон імпортується з Італії, Німеччини, Китаю та Росії.

Для аналізу структури мережі проведено її візуальне зображення. Підприємство-виробник представлено як центральну вершину, через яку визначена кількість ресурсу подається в мережу. Підприємства, через які проходить, трансформується або перерозподіляється ресурс, за своїми характеристиками представлено як вершини-брокери.

Необхідним і достатнім рівнем деталізації для зображення мережі, з огляду на проведений вище аналіз, є деталізація по областях України (рис. 2). У розглянутій СЕМ в докризовий період попит значно перевищує пропозицію, що може бути наслідком неправильної побудови її структури.

Через вплив на структуру соціально-економічної мережі наявності або відсутності у ній двох видів вершин відповідно реалізовано два підходи до вдосконалення структури мережі.



Рис. 2. Структура СЕМ KNAUF в докризовий період

Для сценарного моделювання використано два підходи до збільшення продуктивності соціально-економічної мережі:

- 1) зміни структури мережі на рівні центральних вершин;
- 2) зміни структури мережі на рівні вершин-брокерів.

Якщо попит у регіонах не задовольняється через недостатній рівень пропозиції, необхідно збільшити кількість виробників. Зміна структури мережі призведе до зміни її основних характеристик.

Для визначення способу додавання підприємства-виробника побудовано матрицю суміжності для досліджуваних областей. Дані розрахунків для розглядуваної СЕМ наведено у табл. 1 і відображено на рис. 3.

Таблиця 1.
Основні показники соціально-економічної мережі

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Вінницька	1	2	142227,99	1282,87	0,0121
Волинська	1	2	87006,28	797,16	0,0198
Дніпропетровська	2	3	410447,34	3923,41	0,0063
Донецька	2	2	577257,24	3485,56	0,0030
Житомирська	1	2	112113,94	1006,78	0,0154
Закарпатська	1	1	112385,48	477,84	0,0077

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Запорізька	2	4	212204,70	2826,61	0,0162
Івано-Франківська	1	3	135289,99	1595,17	0,0191
Київська	1	11	195947,80	7336,53	0,0483
Кіровоградська	1	2	90494,22	796,87	0,0190
Луганська	2	1	258410,05	906,13	0,0033
Львівська	1	4	249805,85	3913,86	0,0138
Миколаївська	1	2	120131,65	927,27	0,0143
Одеська	2	3	242817,25	2756,39	0,0106
Полтавська	1	5	156681,72	2922,43	0,0275
Рівненська	2	1	108348,30	444,67	0,0079
Сумська	1	1	108987,91	460,47	0,0079
Тернопільська	1	2	85825,16	844,59	0,0201
Харківська	2	3	288994,52	3214,02	0,0089
Херсонська	1	1	93464,54	426,41	0,0092
Хмельницька	1	2	116969,41	1038,26	0,0147
Черкаська	1	2	118266,26	1011,12	0,0146
Чернівецька	1	0	78721,51	0,00	0,0000
Чернігівська	1	1	95169,65	434,60	0,0090

Для поліпшення основних показників СЕМ використано зміну її структури на рівні вершин-брокерів. Для визначення характеру вказаних змін встановлено показники потенційного попиту в регіонах, а також показники потенційного розподілу ресурсу залежно від можливостей дилерів проводити ресурс.

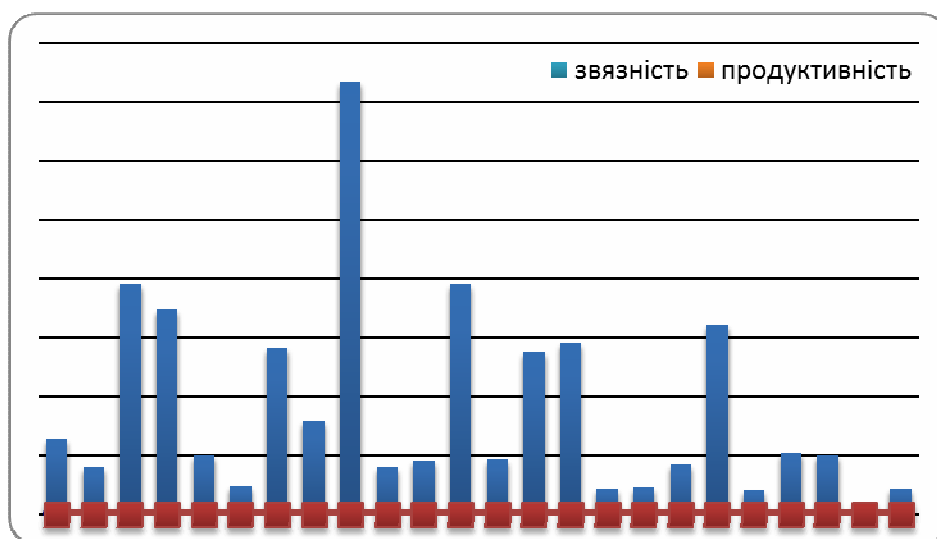


Рис. 3. Показники зв'язності й продуктивності СЕМ

Виробник, створивши мережу, чітко регулює політику дилерів на ринку, тобто виключає між ними конкуренцію й чітко лімітує їх кількість залежно від ситуації на ринку. Такий вид взаємодії між виробником і дилерами можна охарактеризувати, як філіальну форму побудови соціально-економічної мережі. Характеристики такої СЕМ наведено в табл. 2 та на рис. 3.

Таблиця 2.
Основні показники СЕМ при філіальній формі взаємодії

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Вінницька	1	3	142227,99	1924,31	0,018156764
Волинська	1	2	87006,28	797,16	0,019787077

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Дніпропетровська	2	6	410447,34	7846,82	0,012583344
Донецька	1	5	577257,24	8713,91	0,007455948
Житомирська	1	3	112113,94	1510,18	0,02303371
Закарпатська	1	1	112385,48	477,84	0,007659352
Запорізька	2	6	212204,70	4239,92	0,024338763
Івано-Франківська	1	4	135289,99	2126,89	0,025450515
Київська	1	16	195947,80	10671,32	0,070288108
Кіровоградська	1	2	90494,22	796,87	0,01902442
Луганська	2	2	258410,05	1812,27	0,00666228
Львівська	1	6	249805,85	5870,79	0,020675257
Миколаївська	1	3	120131,65	1390,90	0,021496417
Одеська	2	5	242817,25	4593,98	0,017725265
Полтавська	1	7	156681,72	4091,40	0,038457582
Рівненська	2	1	108348,30	444,67	0,007944748
Сумська	1	1	108987,91	460,47	0,007898124
Тернопільська	1	2	85825,16	844,59	0,020059385
Харківська	2	5	288994,52	5356,70	0,014893016
Херсонська	1	1	93464,54	426,41	0,00920991
Хмельницька	1	3	116969,41	1557,39	0,022077566
Черкаська	1	3	118266,26	1516,69	0,021835476
Чернігівська	1	1	95169,65	434,60	0,0090449

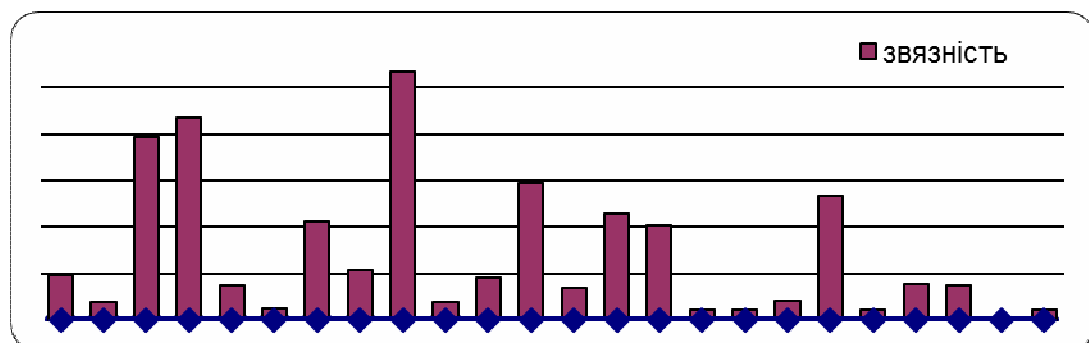


Рис. 4. Показники зв'язності та продуктивності СЕМ після 2006 року при філіальній формі взаємодії

Альтернативним способом побудови СЕМ є надання дилерам можливості вільно входити або виходити з мережі без ліквідації між ними конкурентної взаємодії. Основним фактором впливу на структуру мережі буде сила конкуренції, врахування якої є обов'язковим для оцінки необхідності додавання дилерів. З огляду на протекціоністську політику підприємства-виробника щодо дилерів, обумовлену бажанням просувати свою продукцію, прийнято припущення, що при відсутності (або при неістотності) впливу факторів зовнішнього середовища швидкість зміни кількості підприємств буде пропорційна кількості підприємств.

В ситуації, коли у підприємств-дилерів існує можливість безперешкодно входити до складу соціально-економічної мережі, швидкість зміни їх кількості може бути описана моделлю експоненціального зростання тільки в початковий період розвитку ринку. Далі ця модель не може застосовуватись через наявність у взаємодії підприємств конкуренції.

Для визначення доцільності додавання дилерів у структуру соціально-економічної мережі опишемо дві можливі ситуації: якщо дилерів не додавати і якщо, задовольняючи попит у регіонах, збільшити кількість дилерів.

Кількість дилерів D_{n+1} , що повинна бути у регіоні, визначено з урахуванням попиту. Оскільки кількість вершин-брокерів не може бути дробовим числом, отриманий показник кількості дилерів округлено до цілого числа (табл. 3).

Таблиця 3.
Кількість дилерів, яку необхідно додати в регіонах

Регіон (область)	ΔD	Округлені значення	Зміна пропускної здатності
Вінницька	0,656016237	1	710,2558253
Волинська	0,392850378	0	0
Дніпропетровська	2,843835304	3	2130,767476
Донецька	2,695446106	3	2130,767476
Житомирська	0,513729805	1	710,2558253
Закарпатська	0,220107804	0	0
Запорізька	1,968491478	2	1420,511651
Івано-Франківська	0,925000476	1	710,2558253
Київська	5,001292374	5	3551,279126
Кіровоградська	0,421300757	0	0
Луганська	0,601624911	1	710,2558253
Львівська	2,300923762	2	1420,511651
Миколаївська	0,571233185	1	710,2558253
Одеська	1,710825026	2	1420,511651
Полтавська	1,819225067	2	1420,511651
Рівненська	0,250467896	0	0
Сумська	0,253351389	0	0
Тернопільська	0,396057697	0	0
Харківська	2,022464545	2	1420,511651
Херсонська	0,218906562	0	0
Хмельницька	0,528955285	1	710,2558253
Черкаська	0,544187803	1	710,2558253
Чернівецька	0	0	0
Чернігівська	0,221224776	0	0

У табл. 4 нижче наведено показники мережі, де виробник чітко регулює політику дилерів на ринку, тобто виключає між ними конкуренцію й чітко лімітує їх кількість залежності від ситуації на ринку. Додатковим критерієм для оцінки доцільності введення нових дилерів є також продуктивність і зв'язність мережі.

Таблиця 4.
Основні показники соціально-економічної мережі

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Вінницька	1	7	443,4866	4492,65	0,0424
Волинська	1	4	472,3755	1598,31	0,0242
Дніпропетровська	2	16	426,2835	20870,77	0,0968
Донецька	2	16	1081,6092	27845,54	0,0968
Житомирська	1	6	433,2950	3005,54	0,0363
Закарпатська	1	3	527,8161	1437,23	0,0182
Запорізька	2	12	515,5939	8456,77	0,0726
Івано-Франківська	1	8	347,4330	4259,69	0,0484
Київська	1	25	448,0843	16684,62	0,1513
Кіровоградська	1	4	0,0000	1593,85	0,0242
Луганська	2	6	0,0000	5420,31	0,0363
Львівська	1	13	0,0000	12795,00	0,0787

Регіон (область)	Кількість виробників	Кількість дилерів	Потенційний попит	Зв'язність	Продуктивність
Миколаївська	1	6	2006,0000	2774,54	0,0363
Одеська	2	12	793,0000	11058,46	0,0726
Полтавська	1	12	773,0000	7018,62	0,0726
Рівненська	2	3	1139,0000	1334,65	0,0182
Сумська	1	3	1202,0000	1376,54	0,0182
Тернопільська	1	4	793,0000	1690,15	0,0242
Харківська	2	12	868,0000	12897,23	0,0726
Херсонська	1	3	1091,0000	1279,04	0,0182
Хмельницька	1	6	923,0000	3111,69	0,0363
Черкаська	1	6	1058,0000	3028,85	0,0363
Чернівецька	1	0	819,0000	0,00	0,0000
Чернігівська	1	3	1022,0000	1305,23	0,0182

Висновки. Для ефективного керування соціально-економічною мережею доцільним є визначення факторів зовнішнього середовища, що чинять найбільший вплив на основні показники соціально-економічної мережі: продуктивність, зв'язність і витратність мережі. В якості показників визначення оптимального стану соціально-економічної мережі обрано кількість вузлів-брокерів, за допомогою яких відбувається трансфер ресурсу від підприємства-виробника до вузлів-прикордонників, яких пропонується розглядати як кінцевих споживачів.

Для сценарного моделювання використано два підходи до збільшення продуктивності соціально-економічної мережі:

- 1) зміни структури мережі на рівні центральних вершин;
- 2) зміни структури мережі на рівні вершин-брокерів.

У результаті дослідження визначено, що при введенні додаткових дилерів темпи приросту пропозиції в регіонах зростають, однак при зменшенні місткості ринку ймовірність того, що вони різко знизяться, суттєвіша, ніж при меншій кількості дилерів. Виробник, створивши мережу, чітко регулює політику дилерів на ринку, тобто виключає між ними конкуренцію й чітко лімітує їх кількість залежно від сформованої на ринку ситуації

Темпи приросту кількості підприємств у виділеному сегменті ринку, які не просто різко знижуються, а приймають від'ємні значення, свідчать про негативні тенденції в розвитку процесу.

Результати моделювання можуть бути використані для визначення оптимального та прогнозованого стану соціально-економічної мережі. Основним завданням визначення рекомендацій щодо прийняття управлінських рішень є наближення прогнозованого стану СЕМ до оптимального.

Література.

1. Іванушак Н. М. Математичні моделі розвитку структур комп'ютерних мереж : автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук : 01.05.02 –математичне моделювання та обчислювальні методи. – Н. М. Іванушак ; Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2013. – 20 с.
2. Градосельская Г. В. Сетевые формы межфирменной кооперации: стратегические вызовы и конкурентные преимущества новых организаций XXI века / Г. В. Градосельская // Российский журнал менеджмента. – 2004. – № 3. – С. 165-168.
3. Основы логистики : учеб. пособие / Л. Б. Миротин, В. И. Сергеев. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 200 с.
4. Тяпухин А. П. Логистика. Теория и практика / А. П. Тяпухин. – М. : Юрайт, 2014. – 596 с.

References.

1. Ivanuschak, N.M. (2013), "Mathematical models of the structures of computers", Ph.D. Thesis, Mathematical modeling and computational methods, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine.
2. Gradosel'skaja, G.V. (2004), "Network forms of inter-firm cooperation: strategic challenges and competitive advantages of new organizations of the XXI century", *Rossiiskij zhurnal menedzhmenta*, vol. 3, pp. 165-168.
3. Mirotin, L.B. and Sergeev, V.I. (2000), *Osnovy logistiki* [Logistics basics], INFRA-M, Moscow, Russia.
4. Tjapuhin, A.P. (2014), *Logistika. Teorija i praktika* [Logistics. Theory and practice], Jurajt, Moscow, Russia.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2018 р.