

# АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИНЕРГІЧНОГО ЕФЕКТУ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ МІКРОЕКОНОМІЧНОГО РІВНЯ

© 2015 СКИЦЬКО В. І.

УДК 330.46:658.8

Скицько В. І.

## Аналіз та моделювання синергічного ефекту логістичних систем мікроекономічного рівня

Логістичні системи, зокрема, мікроекономічного рівня є складними системами, в межах яких відбувається постійна скоординована взаємодія їх компонентів, що може зумовити виникнення синергічного ефекту, який необхідно уміти оцінювати з метою його врахування в обґрунтуванні та прийнятті управлінських рішень. У даній роботі описані такі види синергічного ефекту логістичних систем: міжособистісної взаємодії; управлінський; інвестиційний; фінансовий; операційний; торговий; маркетинговий; взаємодії людини та сучасних інформаційно-комунікаційних засобів та технологій; інформаційний. Окреслено, що синергічний ефект логістичних систем може проявлятися таким чином: мінімізація загальних витрат по логістичній системі; ріст бажаного результату функціонування логістичної системи; підвищення конкурентних переваг в межах логістичної системи. У роботі досліджено низку напрямів щодо розробки економіко-математичних моделей оцінювання та прогнозування синергічного ефекту, зокрема, за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, інструментарію математичного програмування тощо. Синергічний ефект є важливим та складним явищем логістичної системи та умов її функціонування, а тому важко побудувати одну єдину загальну математичну модель оцінювання такого ефекту для усіх можливих логістичних систем. Дана робота може бути орієнтиром для подальших досліджень, перш за все, у напрямі розробки економіко-математичних моделей оцінювання та прогнозування синергічного ефекту для конкретних логістичних систем з використанням сучасного інструментарію аналітичного та імітаційного моделювання.

**Ключові слова:** синергія, синергічний ефект, логістична система

**Формул:** 2. **Бібл.:** 13.

**Скицько Володимир Іванович** – кандидат економічних наук, доцент, докторант, кафедра економіко-математичного моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

**Email:** skitsko.kneu@gmail.com

УДК 330.46:658.8

UDC 330.46:658.8

### Скицько В. І. Анализ и моделирование синергического эффекта логистических систем микроэкономического уровня

Логистические системы, в частности, микроэкономического уровня являются сложными системами, в рамках которых происходит постоянное скоординированное взаимодействие их компонент, которое может обусловить возникновение синергического эффекта, который необходимо уметь оценивать с целью его учета в обосновании и принятии управленческих решений. В данной работе описаны такие виды синергического эффекта логистических систем: межличностного взаимодействия; управленческий; инвестиционный; финансовый; операционный; торговый; маркетинговый; взаимодействия человека и современных информационно-коммуникационных средств и технологий; информационный. Определено, что синергический эффект логистических систем может проявляться следующим образом: минимизация общих затрат по логистической системе; рост желаемого результата функционирования логистической системы; повышение конкурентных преимуществ в рамках логистической системы. В работе исследован ряд направлений по разработке экономико-математических моделей оценивания и прогнозирования синергического эффекта, в частности, с помощью корреляционно-регрессионного анализа, инструментария математического программирования и др. Синергический эффект является важным и сложным явлением логистической системы и условий ее функционирования, а потому трудно построить одну единую общую математическую модель оценки такого эффекта для всех возможных логистических систем. Данная работа может быть ориентиром для дальнейших исследований, прежде всего, в направлении разработки экономико-математических моделей оценки и прогнозирования синергического эффекта для конкретных логистических систем с использованием современного инструментария аналитического и имитационного моделирования.

**Ключевые слова:** синергия, синергический эффект, логистическая система

### Skitsko V. I. Analysis and Modeling of the Synergizing Effect of Logistical Systems at the Microeconomic Level

Logistical systems, in particular, those operating at the microeconomic level, are complex systems whose components are constantly interacting in a coordinated manner, which may result in the synergizing effect, and one must know how to evaluate it with a view to taking it into account for substantiation of decisions and managerial decision making. This study describes such types of the synergizing effect of logistical systems as: the effect of interpersonal interaction; managerial; investment-related; financial; operational; trade; marketing types; interaction of an individual and modern information and communication means and technologies; informational type. The study points out that the synergizing effect of logistical systems may manifest itself in the following way: minimization of overall spending within the logistical system; increase in the desired result of logistical system functioning; growing competitive advantages within the logistical system. The work studies a series of directions in the development of economic and mathematical models for evaluation and forecasting of the synergizing effect using, in particular, correlation and regression analysis, mathematical programming tools, etc. The synergizing effect is an important and complex phenomenon of the logistical system and its functioning environment, for which reason it appears difficult to construct a single general mathematical model for evaluation of such an effect for any possible logistical system. This work can serve as a reference point for further research, first of all, in the area of development of economic and mathematical models for evaluation and forecasting of the synergizing effect for specific logistical systems using the modern tools of analytical and simulation modeling.

**Keywords:** synergy, synergizing effect, logistical system

**Formulae:** 2. **Bibl.:** 13.

**Skitsko Volodymyr I.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Candidate on Doctor Degree, Department of Economic and Mathematical Modeling, Kyiv National Economic University named after. V. Getman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)

**Email:** skitsko.kneu@gmail.com

Формул: 2. Библ.: 13.

*Скицько Володимир Іванович* – кандидат економічних наук, доцент, докторант, кафедра економіко-математического моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

Email: skitsko.kneu@gmail.com

**Постановка проблеми.** Майже в будь-якій сфері діяльності людини виникає поняття взаємодії (людини з людиною, людини із автомобілем, людини з комп'ютером тощо). Метою такої взаємодії є досягнення кращого результату, ніж без взаємодії, наприклад: студент займається з викладачем для глибокого опанування знань, самостійно зробити це йому було б важко; людина використовує автомобіль для подолання відстані швидше, ніж це вона робила б пішки; покупець під час покупки продукції радиться зі спеціалістами чи консультантами тощо.

В економіці відбувається постійна взаємодія одних суб'єктів господарювання з іншими, за якої кожен з них намагається досягти як власної мети, так і спільної. Зокрема, виробник взаємодіє із низкою інших підприємств (спеціалізованими перевізниками – логістичними компаніями, дистриб'юторами, мережами супермаркетів, рекламними агенціями тощо) з метою більш ефективного просування та доставки виробленої ним продукції до кінцевого споживача, щоб у результаті отримати збільшення обсягу виробленої та проданої продукції і відповідного підвищення рівня прибутку. Звичайно, виробник може і самостійно реалізувати власну продукцію кінцевим споживачам, проте у цьому випадку йому необхідно побудувати якісну систему доставки та реалізації продукції. На нашу думку, мати сучасне виробництво, високотехнологічний логістичний центр, потужний автопарк, широку мережу магазинів можуть дозволити собі тільки великі підприємства (корпорації) національного та міжнародного масштабу на противагу середнім та малим підприємствам національного, регіонального чи місцевого значення.

Наразі більшість вітчизняних Інтернет-магазинів для доставки товарів кінцевим споживачам користуються послугами компаній з експрес-доставки та кур'єрських служб. Від такої співпраці вииграють усі учасники процесу: споживач – товар доставляється в найкоротший термін; перевізник та Інтернет-магазин отримують взаємовигідне партнерство на тривалий період; Інтернет-магазин зосереджує свою увагу на процесах прийому, обробки замовлення, співпраці з виробниками та дистриб'юторами щодо наявності асортименту товару; перевізник, маючи постійних ключових партнерів, може відкривати нові відділення, розширяти перелік послуг з логістики тощо. Особливо актуальна така співпраця Інтернет-магазинів з перевізниками за нинішніх умов ведення бізнесу в Україні (зокрема, суттєвої девальвації гривні, що зумовлює відповідне зростання цін і малопрогнозований попит). Однією із переваг роботи з компаніями з експрес-доставки для Інтернет-магазину є еластичність витрат, які будуть змінюватися разом із продажами продукції [1].

Виробник (дистриб'ютор, гуртовик тощо), продавець (мережа супермаркетів, Інтернет-магазин і т. п.), перевізник (компанія з експрес-доставки, кур'єрська служба

тощо), з одного боку, є самостійними мікрологістичними системами, з іншого – взаємодіючи, утворюють ланцюг поставок – логістичну систему вищого рівня (металогістичну систему або інтегровану мікрологістичну систему). Якщо вважати, що мікроекономічний рівень господарювання охоплює економічно відособлені одиниці (до яких відносять об'єднання, фірми, підприємства, домогосподарства), окремі ринки, конкретні ціни і конкретні товари та послуги [2], то можна говорити, що зазначені вище логістичні системи є *логістичними системами мікроекономічного рівня*.

Однією із причин побудови логістичних систем (в тому числі й мікроекономічного рівня) є виникнення синергічного ефекту, який може проявлятися у такому: підвищення швидкості руху матеріального потоку від виробника до споживача; скорочення загальних витрат учасників логістичної системи (виробників, дистриб'юторів, перевізників тощо); підвищення рівня логістичного обслуговування, що сприяє збільшенню додаткової вартості (корисності) для споживача [3]. Іншими словами, синергічний ефект, що може мати місце в логістичній системі, – це деякий результат (додатковий ефект), який виникає під час взаємодії компонент логістичної системи. З метою прийняття ефективних управлінських рішень існує потреба, зокрема, в оцінюванні такого ефекту за допомогою відповідних математичних моделей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти прояву, аналізу, оцінювання, управління та моделювання синергічного ефекту в соціально-економічних системах досліджують у своїх наукових та практичних роботах такі вітчизняні та зарубіжні автори, як: І. Ансофф, В. А. Балабан, В. В. Віноградов, О. В. Гошовська, А. А. Краснов, Г. А. Краснов, Е. Кемпбелл, А. М. Лиманський, О. Г. Підвальна, А. С. Полянська, Ж. В. Поплавська, І. Пригожин, І. Стенгерс, М. В. Ситницький, А. В. Чмут та інші.

І. В. Алякринський, Є. В. Криківський, О. А. Похильченко, Т. Н. Скоробогатова, В. П. Решетило, А. О. Лобашов є одними із небагатьох вчених, які досліджують явище синергії в логістиці.

Аналіз праць зазначених та інших авторів щодо проблеми синергічного ефекту дозволяє дійти висновку щодо актуальності даної проблеми та існування низки аспектів, які потребують подальших досліджень. Зокрема, незважаючи на наявні математичні моделі кількісного оцінювання прояву синергічного ефекту в різних соціально-економічних системах (зокрема, у процесах прийняття управлінських рішень), існує потреба в аналізі та уточненні існуючих та обґрунтуванні нових концептуальних засад застосування адекватного математичного інструментарію підтримки прийняття управлінських рішень у логістиці за умов невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику з урахуванням прояву можливого синергічного ефекту.

**Мета дослідження** полягає в розвитку існуючих концептуальних аспектів аналізу, оцінювання та моделювання синергічного ефекту логістичних систем мікроекономічного рівня.

**Основні результати дослідження.** Логістичні системи є важливими елементами економіки на усіх рівнях (мікро-, мезо-, макро-). Завдяки ним (логістичним системам) відбувається узгоджений (координований) осмислений рух матеріального потоку та супроводжуваних його сервісних, інформаційних, фінансових потоків та потоку інтелектуально-трудова ресурсів для досягнення певних цілей, зокрема, збільшення доходів (прибутку) та зменшення витрат (збитків) компонент логістичної системи. Проте, логістичні системи зазвичай є слабкоструктурованими [4], динамічними, складними. Вони складаються з компонент, які взаємодіють між собою. Можна прийняти гіпотезу, що складним логістичним системам властива ієрархічна структура, в якій взаємодія відбувається між компонентами одного рівня ієрархії і неможлива між компонентами різних за рівнем ієрархії.

Елементи вищого рівня ієрархії фактично здійснюють агрегування елементів нижчого рівня за деякими ознаками. Елементи нижчого рівня взаємодіють між собою у разі, коли вони відносяться до одного й того самого елемента вищого рівня, або до різних, проте взаємодіючих між собою. Коли елементи досліджуваного рівня не взаємодіють між собою, то й елементи нижчого рівня, які відносяться до цих елементів, не будуть взаємодіяти між собою. Узгоджена взаємодія компонент логістичної системи (елементів ієрархічної структури) дозволяє говорити про логістичну систему як єдине (ціле) та можливість прояву синергічного ефекту.

Вважатимемо, що *синергія (у логістиці)* – це цілеспрямована, скоординована та взаємна дія двох або більше компонент логістичної системи для досягнення деякої їх спільної мети, в результаті якої (дії) виникає інтегрований результат, який є більшим за сумарний результат у вигляді звичайної суми результатів від окремої дії кожного з цих компонент. Тоді, *синергічним ефектом (або ефектом синергії)*, що може мати місце в логістичній системі, будемо називати деякий результат (додатковий ефект), який виникає під час скоординованої (узгодженої) взаємодії компонент логістичної системи.

Синергічний ефект в логістичних системах може мати місце завдяки субадитивності та суперадитивності [5; 6]. Сутність субадитивності полягає у скороченні загальних витрат компонент логістичної системи за сталого обсягу продукції, що переміщається в цій системі. А сутність суперадитивності проявляється у збільшенні сукупного прибутку підприємств-учасників логістичного ланцюга поставок порівняно із загальною сумою прибутків цих підприємств у разі, коли б такого ланцюга не існувало.

Розрізняють синергію розширення (до складу якої входять синергії, що виникають завдяки субадитивності та суперадитивності) та синергію зв'язності (до складу якої входить лише синергія, що виникає завдяки суперадитивності) [5]. Синергія розширення може мати місце у результаті взаємодії різних логістичних систем (логістичних ланцюгів поставок) між собою, що полягає у використанні компонент одна одної. Синергія зв'язності виникає тоді,

коли в результаті об'єднання компонент логістичних систем, яких (компонент) кожній (системі) із них не вистачає, утворюються якісно нові компоненти.

Існують різні методичні підходи щодо класифікації синергічного ефекту соціально-економічних систем, які можуть бути застосовані й до логістичних систем. Зокрема, в [7] пропонується синергічний ефект класифікувати за такими ознаками: 1) за параметрами оцінювання (кількісний, якісний); 2) за фазою реалізації (початковий, результативний); 3) за ознаками ефекту (позитивний, негативний); 4) за напрямом впливу (прямий, опосередкований); 5) за природою виникнення (функціональний, інтеграційний, ефект комплексних переваг, ефект конгломерату); 6) за сферою реалізації (операційний, фінансовий, управлінський).

На основі результатів, які висвітлені у [8], опишемо далі види синергічного ефекту, що може мати місце в результаті кооперативної (узгодженої) поведінки компонент логістичної системи.

*Синергічний ефект міжособистісної взаємодії.* Однією із основних складових логістичної системи є працівники підприємств. Кожен із них виконує певні завдання на належному професійному рівні, проте цього не достатньо, якщо разом їх дії не є злагодженими, скерованими та кооперативними, то в цьому випадку успішне досягнення поставленої мети функціонування логістичної системи є сумнівним. Окрім того, масштабність (обсяги) логістичних процесів зумовлює і спеціалізацію працівників: на малих підприємствах працівник може фактично виконувати завдання кількох вузькоспеціалізованих працівників великого підприємства. В цьому випадку синергічний ефект буде мати місце із більшою ймовірністю та більшим за розмірами на великих підприємствах, де можуть утворюватися потужні команди фахівців, що володіють необхідними професійними знаннями та здібностями, мають відповідний досвід для вирішення вузькоспеціалізованої проблеми.

*Управлінський синергічний ефект.* Створення логістичних центрів у системі постачання централізує певні бізнес-процеси та дає можливість покращити умови зберігання продукції та сировини, сприяє оптимізації їх поставок як на склад, так і споживачам. Наприклад, великі торговельні мережі у своїй структурі мають окремі логістичні центри (склади продукції), де відбуваються централізовані скоординовані процеси закупівлі продукції, розвезення її до магазинів мережі тощо. В цьому випадку виникає управлінський синергічний ефект, якого важко досягти у разі децентралізації таких процесів (зокрема, коли б кожен магазин мережі робив окремі закупівлі необхідної продукції та самостійно її отримували). Окрім того, будь-які інноваційні підходи та методи в управлінні логістичною системою також зумовлюють виникнення управлінського синергічного ефекту.

*Інвестиційний синергічний ефект* виникає в результаті сумісного використання виробничих потужностей, спільних запасів продукції та сировини тощо [8].

*Фінансовий синергічний ефект* пов'язаний, насамперед, з фінансовими потоками, які перебігають в логістичній системі, та може проявлятися, зокрема, у такому [8]: зниження ступеню фінансового ризику; диверсифікація клієнтських сегментів; зниження нестійкості фінансових потоків; зниження ділового ризику тощо.



Операційний синергійний ефект у логістичній системі пов'язаний із операційною діяльністю її компонент та виникає у результаті взаємного використання виробничих потужностей та персоналу компонент логістичної системи, розподілу витрат між компонентами логістичної системи, переміщенні в логістичній системі великих партій продукції тощо.

Торговий синергійний ефект виникає у результаті узгоджених дій компонент логістичної системи, які зорієнтовані на потреби кінцевого споживача продукції. Наприклад, розглянемо логістичний ланцюг поставки товару від виробника до кінцевого споживача, в якому задіяні виробник, дистриб'ютор, перевізник. В цьому випадку збільшення обсягів продажу продукції, як одного із проявів торгового синергійного ефекту, можна досягти, зокрема, завдяки оптимізації витрат, пов'язаних з рекламуванням, просуванням, продажем, перевезенням продукції споживачу. Тут оптимізація коштів полягає в такому: кожен із учасників ланцюга поставок повністю фінансує певний сегмент робіт, пов'язаних із просуванням продукції до кінцевого споживача, задоволення його потреб, що повинно зумовити збільшення обсягу продажів. Зокрема, власним коштом виробник проводить рекламні та маркетингові заходи, дистриб'ютор розширює мережу розповсюдження товару, перевізник покращує автопарк, мережу транзитних складів тощо. Ці дії учасники ланцюга поставок узгоджують між собою. Така кооперація дозволяє без зайвих витрат користуватися учасникам ланцюга поставок ресурсами один одного. Наприклад, не витрачаючи додаткові кошти на рекламні компанії (які проводить виробник), дистриб'ютор може без додаткових витрат через торгові мережі інтенсивніше продавати продукцію кінцевому споживачу. Окрім того, торговий синергійний ефект може виникнути у випадку, коли один канал постачання продукції від виробника до споживача використовується різними логістичними ланцюгами поставок.

Різновидом торгового синергійного ефекту є *маркетинговий* [8; 9], де головне місце відведене комунікаційній політиці учасників логістичного ланцюга (насамперед, виробника) із кінцевим споживачем.

Синергійний ефект в результаті взаємодії людини та сучасних інформаційно-комунікаційних засобів та технологій особливо проявляється в межах електронної логістики, задачею якої є, зокрема, забезпечення управління запасами на складах та перевезення продукції кінцевому споживачеві за допомогою електронного обміну даними, Інтернету, бездротових і мобільних комунікаційних технологій, радіочастотної ідентифікації тощо з метою надання додаткових логістичних послуг кінцевому споживачеві. Очевидно, що синергійний ефект може мати місце за умов, що особа, котра використовує новітні технології, володіє відповідними професійними компетенціями.

Інформаційний синергійний ефект виникає в результаті використання інформації як повноцінної продукції, що може приносити додатковий прибуток (зокрема, за рахунок підвищення обсягу продажів). Наприклад, виробники інноваційної продукції (смартфонів, планшетів, ноутбуків тощо) ще до появи її у торговій мережі зумовлюють ажіотаж навколо власних новинок, зокрема, представляючи її

на міжнародних виставках, анонсує в різних спеціалізованих Інтернет-виданнях тощо. Зокрема, в цьому році попередні замовлення на нові смартфони Galaxy S6 та Galaxy S6 Edge компанії Samsung разом досягли рекордної відмітки 20 мільйонів замовлень [10]. Це при тому, що практично усі покупці до здійснення замовлення ці смартфони фізично не могли помацати, протестувати їх тощо (як у звичайному магазині). Замовлення були зроблені покупцями, лише ґрунтуючись на доступній інформації виробника у вигляді тексту, фото, відео в Інтернеті. Покупці з цілого світу прагнуть отримати таку продукцію якомога швидше, що зумовлює побудову ефективної логістичної системи (ланцюга постачання).

Отже, синергійний ефект в логістичних системах може проявлятися, зокрема, таким чином:

- 1) мінімізація загальних витрат по логістичній системі (за рахунок використання ресурсів компонент системи можлива загальна економія ресурсів; зниження витрат на збір, обробку та передачу інформації; зменшення витрат на контроль якості проведення логістичних операцій; поділ витрат між компонентами логістичної системи тощо);
- 2) ріст бажаного результату функціонування логістичної системи (за рахунок підвищення якості обслуговування споживачів (зокрема, сервісного післяпродажного обслуговування), зростання обсягів продажу продукції; скорочення часу перебігу матеріальних потоків у логістичній системі; гнучка цінова політика на продукцію та її доставку без зменшення загального обсягу прибутку в логістичній системі тощо);
- 3) підвищення конкурентних переваг у межах логістичної системи (скоординована (узгоджена) взаємодія компонент логістичної системи (підприємств в ланцюгу поставок) дозволяє їм підвищити конкурентні переваги та збільшувати власну частку на ринку товарів та послуг; за рахунок вузької спеціалізації взаємодіючих складових логістичної системи (підприємств в ланцюгу поставок), кожен з них може більше зосередитися на власному розвитку (наприклад, виробник може займатися лише виробництвом, не надто турбуючись про доставку продукції до споживачів, і навпаки, перевізник буде вирішувати лише питання своєчасної та без втрат доставки продукції без втручання у її виробництво); можливість надання комплексних послуг у межах логістичної системи тощо).

Можна висунути гіпотезу, що із зростанням синергії в логістичній системі зростає і її конкурентоспроможність. Це зумовлено, зокрема, тим, що не достатньо тільки виготовити якісну і потрібну продукцію чи надати послугу, потрібно уміти її донести до споживача. Поняття конкуренції на сьогодні вийшло за межі продукції (товару чи послуги) та перейшло у сферу конкуренції управлінських структур [11]. Блок управління логістичною системою – це деяка організаційна структура, до складу якої входять: компетентні особи чи особа, які наділені повноваженнями для прийняття рішень щодо управління логістичною системою й котрі несуть відповідальність за наслідки цих рішень; засоби (на-

приклад, окремі інтелектуальні системи прийняття рішень або певні модулі автоматизованої системи управління), за допомогою яких аналізується інформація та здійснюється управління логістичною системою. Основною задачею управління логістичною системою є досягнення цілей її функціонування: доставка потрібної продукції у потрібній кількості належної якості за узгодженою ціною в узгоджене місце та в зазначений час потрібному споживачеві. Цього можна досягти, зокрема, завдяки постійному та координованому розвитку усіх компонент логістичної системи, в результаті якого може виникнути синергійний ефект.

В межах управління логістичною системою виникає питання щодо оцінювання можливого синергійного ефекту з метою прийняття ефективних управлінських рішень.

Адаптувавши запропоновані в [12] математичні моделі оцінювання синергійного ефекту залежно від економічного рівня його прояву до логістичних систем, можна отримати таке:

$$E = \sum_{i=1}^I E_{ki} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} E_{pij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} \sum_{q=1}^{Q_{ij}} (E_{Годijq} + E_{Гддijq}), \quad (1)$$

де  $E_{ki}$  – синергійний ефект  $i$ -ої компоненти логістичної системи (підприємства в ланцюгу поставок);

$i = \overline{1, I}$  – умовний номер компоненти;

$I$  – загальна кількість компонент;

$E_{pij}$  – синергійний ефект  $j$ -ого підрозділу  $i$ -ої компоненти логістичної системи;

$j = \overline{1, J_i}$  – умовний номер підрозділу;

$J_i$  – загальна кількість підрозділів в  $i$ -й компоненті;

$E_{Годijq}$  – синергійний ефект  $q$ -ої робочої групи основної діяльності  $j$ -ого підрозділу  $i$ -ої компоненти логістичної системи;

$E_{Гддijq}$  – синергійний ефект  $q$ -ої робочої групи допоміжної діяльності  $j$ -ого підрозділу  $i$ -ої компоненти логістичної системи;

$q = \overline{1, Q_{ij}}$  – умовний номер групи в  $j$ -ому підрозділу  $i$ -ої компоненти;

$Q_{ij}$  – загальна кількість груп в  $j$ -ому підрозділу  $i$ -ої компоненти.

Використання формули (1) потребує вирішення, зокрема, таких питань: за допомогою яких економічних показників визначати синергійний ефект; знаходження функціональної залежності цих показників від факторів прояву цього ефекту. У групі такими факторами можуть бути здібності, навички та освіта співробітників, технічне оснащення їх робочих місць, коопераційні інформаційні зв'язки між співробітниками тощо. Вважатимемо, що група співробітників, підрозділ, компонента логістичної системи відносяться до деякого її (системи) ієрархічного представлення, де група – це нижній рівень, а компонента – вищий. Групи співробітників утворюють підрозділ, а підрозділи утворюють компоненту логістичної системи. Тоді, визначивши функціональну залежність факторів прояву синергійного ефекту і оцінивши його для груп, які складають деякий підрозділ, можна оцінити синергійний ефект для цього підрозділу, зокрема, здійснивши агрегування оцінок для груп. Оцінивши синергійний ефект для підрозділів, можна оцінити синергійний ефект для компоненти логістичної системи, яка складається із цих підрозділів.

Для оцінювання синергійного ефекту групи співробітників можна скористатися, зокрема, запропонованою в [13] методикою визначення рейтингу внутрішнього синергізму колективної системи (групи співробітників). Згідно з цією методикою будується матриця оцінок ділових відношень між членами групи (колективу), в якій значення елементів відповідають оцінкам членів групи щодо корисності їх ділового спілкування з іншими членами групи (наприклад, за шкалою у вигляді балів від 0 до 10). Матриця є квадратною, кількість рядків та стовпців відповідає кількості членів групи. Вводиться гіпотеза, що значення усіх елементів головної діагоналі дорівнюють нулю. Для цієї матриці знаходяться максимальне власне значення та відповідний йому власний вектор. Кількість елементів даного вектора відповідає кількості членів групи. Автори [13] вважають, чим значення елемента цього вектора є більшим, тим більшим є вклад у внутрішній синергізм групи відповідного її співробітника.

З двох груп співробітників внутрішній синергізм буде вищий у тій, максимальне власне значення матриці оцінок ділових відношень між членами групи якої буде більшим. Для порівняльного аналізу вкладів у внутрішній синергізм групи кожного із членів двох груп перераховується власний вектор однієї із матриць оцінок ділових відношень між членами групи (наприклад, другої групи) за формулою:

$$V'_2 = V_2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad (2)$$

де  $V'_2$  – перерахований власний вектор матриці оцінок ділових відношень між членами другої групи (колективу) співробітників;

$V_2$  – власний вектор матриці оцінок ділових відношень між членами другої групи (колективу) співробітників;

$\lambda_i$  – максимальне власне значення матриці оцінок ділових відношень між членами  $i$ -ої групи (колективу) співробітників;  $i = \overline{1, 2}$ .

Порівнюючи власний вектор матриці оцінок ділових відношень між членами першої групи (колективу) співробітників  $V_1$  та перерахований власний вектор матриці оцінок ділових відношень між членами другої групи (колективу) співробітників  $V'_2$ , визначається загальний рейтинг вкладів кожного із співробітників цих двох груп у внутрішній синергізм. Цей рейтинг можна вважати фактором синергійного ефекту логістичної системи.

Здійснивши регресійний аналіз, можна з'ясувати функціональну залежність (модель зв'язку) економічних показників функціонування логістичної системи (які виражають синергійний ефект) від характеристик рейтингу (наприклад, максимального значення вкладу співробітника у внутрішній синергізм, середнього значення, кількості груп, кількості співробітників тощо). Така регресійна модель дозволяє, зокрема, оцінити прогнозне значення економічних показників (які виражають синергійний ефект) залежно від можливих значень характеристик рейтингу. Провівши кореляційно-регресійний аналіз, можна оцінити тісноту зв'язку між досліджуваними економічними показниками та характеристиками рейтингу.

Оцінити синергійний ефект логістичної системи можна також за допомогою інструментарію математичного програмування. Економіко-математична модель логістичної системи в цьому випадку буде складатися з таких компонентів: 1) цільова функція, яку необхідно мінімізувати або максимізувати. Цільова функція являє собою функціональну залежність економічного показника, що виражає синергійний ефект, від факторів його (синергійного ефекту) прояву в логістичних системах. Фактори в цій моделі є змінними; 2) система обмежень змінних низкою умов та параметрів логістичної системи, що являє собою систему математичних рівнянь та нерівностей; 3) обмеження невід'ємності усіх змінних, які досліджуються в даній задачі.

Припустимо, що синергійний ефект проявляється через підвищення загального обсягу прибутку логістичної системи, а факторами його прояву є оцінена певним чином низка компетенцій співробітників, рівень технічного та програмного забезпечення логістичних бізнес-процесів тощо. Економіко-математичну задачу в цьому випадку можна сформулювати таким чином: визначити такий рівень компетенцій працівників та технічного і програмного забезпечення логістичної системи, за яких досягається максимально можливий обсяг прибутку за певних обмежень.

Обсяг прибутку ми можемо оцінити одним числом, проте оцінити зазначені вище фактори синергійного ефекту одним числом важко. В цьому випадку пропонується скористатися шкалою Харінгтона, яка є вербально-числовою шкалою, що містить змістовний (словесний) опис градацій і відповідні цим градаціям числові значення, наприклад: дуже високий рівень (0,8 – 1,0); високий рівень (0,64 – 0,8); середній рівень (0,37 – 0,64); низький (0,2 – 0,37); дуже низький (0,0 – 0,2). Зазначимо, що здійснювати оцінку факторів синергійного ефекту можна як вербально, так і числом, та, за потреби, здійснювати перехід від числового представлення оцінки до вербального і навпаки.

Рівень компетенцій можна визначити такий чином. Розробляється анкета-тест професійних питань, де кожна правильна відповідь приносить певну кількість балів, а сумарна кількість балів за анкетною визначає рівень компетенцій працівника. Припустимо, що мінімальна кількість балів може дорівнювати 0, а максимальна – 100. Здійснивши нормування отриманих балів (поділивши на максимально можливу кількість балів, в даному випадку це 100), переходимо до шкали Харінгтона і робимо висновок щодо рівня компетенцій. Наприклад, працівник набрав 70 балів, що за Шкалою Харінгтона відповідає високому рівню. Тоді у моделюванні ми можемо використовувати як оцінку або числове значення 0,7, або вербальний опис «високий рівень».

Якщо оцінка рівня компетенції описується словами, то переходимо до її числового еквівалента. Проте дана шкала дозволяє перейти не до одного числа, а діапазону чисел. Тоді можна взяти або середнє значення діапазону, або мінімальне, або максимальне значення діапазону. Якщо менеджер (який здійснює оцінку синергійного ефекту) схильний до ризику у прийнятті рішень, то, як правило, його оцінки можуть бути завищені і відповідно можна брати верхнє значення діапазону. І навпаки, якщо вважати, що менеджер є консерватором у прийнятті рішень, не схильний ризикувати, то можна брати нижнє значення діапазону.

Подібним чином можна привести усі фактори синергійного ефекту до числового представлення. Окрім того, для оцінювання таких факторів можна також використати інструментарій нечітких множин та нечіткої логіки.

**Висновки.** Логістичні системи, зокрема, мікро-економічного рівня є складними системами, в межах яких відбувається постійна скоординована взаємодія їх компонентів, що може зумовити виникнення синергійного ефекту, який необхідно уміти оцінювати з метою його врахування у прийнятті управлінських рішень. У даній роботі описані види синергійного ефекту логістичних систем та його прояви, виокремлені економічні показники, за допомогою яких можна визначити синергійний ефект логістичних систем, та показані шляхи визначення функціональної залежності цих показників від факторів прояву синергійного ефекту.

Синергійний ефект є унікальним явищем логістичної системи та умов її функціонування, а тому важко побудувати одну єдину загальну математичну модель оцінювання такого ефекту для усіх можливих логістичних систем. Дана робота може бути орієнтиром для подальших досліджень, перш за все, у напрямі розробки економіко-математичних моделей оцінювання та прогнозування синергійного ефекту для конкретних логістичних систем з використанням сучасного інструментарію моделювання, зокрема, нечітких множин та нечіткої логіки, нейронних мереж, генетичних алгоритмів тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Латанский Д. Доставка в кризис: 18 советов от директора Верка.ua Дмитрия Латанского / Д. Латанский // Интернет-журнал «AIN.UA». – 19.02.2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ain.ua/2015/02/19/564618>
2. Клишко Г. Н. Основы экономической теории: политекономический аспект : підручник / Г. Н. Клишко, В. П. Нестеренко, Л. О. Канищенко, А. А. Чухно. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Вища школа, 1999. – 743 с.
3. Підвальна О. Г. Синергійний ефект в менеджменті / О. Г. Підвальна, Н. О. Козяр // Ефективна економіка. – 2013. – № 3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1865>
4. Миротин Л. Б. Системный анализ в логистике : учебник / Л. Б. Миротин, Ы. Э. Ташбаев. – М. : Экзамен, 2004. – 480 с.
5. Краснов Г. А. Условие возникновения синергетического эффекта при интеграции экономических систем / Г. А. Краснов, В. В. Виноградов, А. А. Краснов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – Нижний Новгород, 2009. – № 4. – С. 219 – 222 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99999999\\_West\\_2009\\_4/34.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99999999_West_2009_4/34.pdf)
6. Matthews R. The Organization Matrix and the Evolution of Strategy (Part 2) / R. Matthews // Economic Strategies. – 2005. – Vol. 33 – 34, No. 07 – 08.
7. Чмут А. В. Синергійний ефект як фактор підвищення конкурентоспроможності інтегрованих підприємств / А. В. Чмут // Вісник Харківського національного технічного університету Сільського господарства. Серія «Економічні науки». – 2010. – Вип. 97. – 388 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik\\_97/49.pdf](http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_97/49.pdf)



8. Мельник Л. Г. Синергетична основа маркетингових інновацій / Л. Г. Мельник, І. Б. Дегтярьова // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2010. – № 1. – С. 67 – 77 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010\\_1\\_67\\_77.pdf](http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010_1_67_77.pdf)

9. Roson R. Two-Sided Markets: A Tentative Survey / R. Roson // Review of Network Economics. – 2005. – № 4. – P. 142 – 160.

10. Samsung получил рекордное количество предзаказов на Galaxy S6 и Galaxy S6 Edge [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://delo.ua/tech/samsung-poluchil-rekordnoe-kolichestvo-predzakazov-na-galaxy-s6-292326/>

11. Ковальов А. В. Синергія. Синергетичний ефект / А. В. Ковальов, К. Гальченко // VII Международная научно-практическая Интернет-конференция «Альянс наук: ученый – ученому», 15 – 16 марта 2012 г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.confcontact.com/2012\\_03\\_15/ek1\\_kovalev.php](http://www.confcontact.com/2012_03_15/ek1_kovalev.php)

12. Мусаев Л. А. Оценка синергетического эффекта экономических систем / Л. А. Мусаев // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2011. – № 3. – С. 132 – 136 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://vestnik-npi.info/upload/information\\_system\\_15/3/5/7/item\\_357/information\\_items\\_property\\_743.pdf](http://vestnik-npi.info/upload/information_system_15/3/5/7/item_357/information_items_property_743.pdf)

13. Новиков В. А. Методика определения рейтинга внутреннего синергизма коллективной системы / В. А. Новиков, Г. Р. Ванкович, Л. И. Суарес // Экономика и управление. – 2012. – № 2. – С. 51 – 54 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiu\\_30\\_2012\\_7.pdf](http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiu_30_2012_7.pdf)

## REFERENCES

Chmut, A. V. "Synerhichnyi efekt iak faktor pidvyshchennia konkurentospromozhnosti intehrovanykh pidpriemstv" [Synergistic effect as a factor in improving the competitiveness of the integrated enterprise]. [http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik\\_97/49.pdf](http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_97/49.pdf)

Klymko, H. N. et al. *Osnovy ekonomichnoi teorii: politekonomichnyi aspekt* [Basic economic theory, political economy aspect]. Kyiv: Vyshcha shkola, 1999.

Krasnov, G. A., Vinogradov, V. V., and Krasnov, A. A. "Uslovie vznikhoveniia sinergeticheskogo effekta pri integratsii ekonomicheskikh sistem" [The condition of the synergistic effect with the integration of economic systems]. [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/999999999\\_West\\_2009\\_4/34.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/999999999_West_2009_4/34.pdf)

Kovalyov, A. V., and Halchenko, K. "Synerhychnyi efekt" [Synergy. Synergistic effect]. [http://www.confcontact.com/2012\\_03\\_15/ek1\\_kovalev.php](http://www.confcontact.com/2012_03_15/ek1_kovalev.php)

Latanskiy, D. "Dostavka v krizis: 18 sovetov ot direktora Repka. ua Dmitriya Latanskogo" [Delivery in crisis: 18 Tips from the director Dmitry Repka. ua Latanskogo]. <http://ain.ua/2015/02/19/564618>

Matthews, R. "The Organization Matrix and the Evolution of Strategy (Part 2)" *Economic Strategies* vol. 33 - 34, no. 07-08 (2005).

Melnyk, L. H., and Dehtyaryova, I. B. "Synerhychna osnova marketynhovykh innovatsii" [Synergistic basis of marketing innovation]. [http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010\\_1\\_67\\_77.pdf](http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2010_1_67_77.pdf)

Mirotin, L. B., and Tashbaev, Y. E. *Sistemnyy analiz v logistike* [System analysis in logistics]. Moscow: Ekzamen, 2004.

Musaev, L. A. "Otsenka sinergeticheskogo effekta ekonomicheskikh sistem" [Evaluation of the synergistic effect of economic systems]. [http://vestnik-npi.info/upload/information\\_system\\_15/3/5/7/item\\_357/information\\_items\\_property\\_743.pdf](http://vestnik-npi.info/upload/information_system_15/3/5/7/item_357/information_items_property_743.pdf)

Novikov, V. A., Vankovich, G. R., and Suares, L. I. "Metodika opredeleniia reytinga vnutrennego sinerghizma kollektivnoy sistemy" [Method of determining the internal rating system of collective synergies]. [http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiu\\_30\\_2012\\_7.pdf](http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiu_30_2012_7.pdf)

Pidvalna, O. H., and Koziar, N. O. "Synerhiinyi efekt v menedzhmenti" [Synergistic effect management]. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1865>

Roson, R. "Two-Sided Markets: A Tentative Survey" *Review of Network Economics*, no. 4 (2005): 142-160.

"Samsung poluchil rekordnoe kolichestvo predzakazov na Galaxy S6 i Galaxy S6 Edge" [Samsung has received a record number of pre-orders for Galaxy S6 and Galaxy S6 Edge]. <http://delo.ua/tech/samsung-poluchil-rekordnoe-kolichestvo-predzakazov-na-galaxy-s6-292326/>