

або остаточно
$$\int_{v_m} \omega(x, y, z) dv = v_m \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 \omega_j. \quad (22)$$

Об'єм v_m тетраедра обчислюється згідно з (21). Формула (22) з врахуванням (21) збігається з кубатурною формулою для тривимірного симплексу, наведеною у [1].

Підставляючи (17)-(19) у (12) і враховуючи (20), отримуємо не відомі раніше кубатурні формули для лагранжевого тетраедра другого, третього і четвертого порядків

$$\int_{v_m} \omega(x, y, z) dv = v_m \left(-\frac{1}{20} \sum_{j=1}^4 \omega_j + \frac{1}{5} \sum_{j=5}^{10} \omega_j \right); \quad (23)$$

$$\int_{v_m} \omega(x, y, z) dv = v_m \left(\frac{1}{40} \sum_{j=1}^4 \omega_j + \frac{9}{40} \sum_{j=17}^{20} \omega_j \right); \quad (24)$$

$$\int_{v_m} \omega(x, y, z) dv = v_m \left(-\frac{1}{84} \sum_{j=1}^4 \omega_j + \frac{4}{105} \sum_{j=5}^{10} \omega_j - \frac{1}{35} \sum_{j=11}^{16} \omega_j + \frac{4}{105} \sum_{j=17}^{34} \omega_j + \frac{32}{105} \omega_{35} \right). \quad (25)$$

Вказаним способом можна отримати кубатурні формули для лагранжевих тетраедрів більш високих порядків.

Як бачимо з (24) кубатурна формула для лагранжевого тетраедра третього порядку не залежить від значень функції $\omega(x, y, z)$ у вузлах з 5 до 16, що значно спрощує її обчислення.

Література

1. Крылов В.И., Шульгина Л.Т. Справочная книга по численному интегрированию. – М.: Наука, 1966. – 372 с.
2. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
3. Eisenberg M.A., Malvern L.E. On Finite Elements Integration in Natural Coordinators, Intern. J. for Numerical Methods in Engineering, 1973, Vol. 7, p. – P. 574-575.

УДК 332.133.6:658.7 (477.83)

Аспір. М.В. Гомонай-Стрижко –

Інститут регіональних досліджень НАН України

ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ "СИГНІВКА" У МІСТІ ЛЬВОВІ

Розроблено і обґрунтовано ефективну математично-транспортну модель логістичного центру на території промислового вузла "Сигнівка" у місті Львові. Наведено структуру нового логістичного центру "Сигнівка".

Post-graduate M.V. Gomonaj-Stryzhko – Regional research institute NASU

Substantiation of the model of the logistic centre "Sygnivka" in the city of Lviv

This article elaborates the efficient mathematical transport model of the logistic centre on the territory of the industrial complex in the city of Lviv. The structure of the new logistic centre "Sygnivka" has been described.

Актуальність теми. Тема цієї статті, яка присвячена обґрунтуванню моделі логістичного центру "Сигнівка" у місті Львові, є надзвичайно актуальною, оскільки логістичний центр виступає: по-перше, як засіб оптимального вирішення нових проблем переміщення матеріалів і товарів, по-друге, як інструмент досягнення важливої тривалої конкурентної переваги регіону, в якому розташований логістичний центр, по-третє, як чинник-стимулянт забезпечення перспектив розвитку промисловості міста Львова. Тема статті актуалізується через те, що запропонована автором модель логістичного центру "Сигнівка" забезпечить системні та оптимальні рішення щодо перевезення товарів, та сприятиме ефективному використанню землі у місті Львові

Мета статті – розробити ефективну модель логістичного центру на території промислового вузла "Сигнівка" у місті Львові.

Виклад основного матеріалу. Загострення конкуренції на світових ринках змушує впроваджувати логістику у практичну діяльність підприємств для підвищення їх конкурентоспроможності. Основний у недалекому минулому чинник масштабності виробництва себе вичерпує. Як показує японський досвід дрібносерійне виробництво також може бути досить ефективним. Настав час, коли стратегія розвитку багатьох провідних фірм будується не на високих, а на "помірних" темпах економічного зростання, оскільки стало очевидним, що неоптимальні витрати компенсувати темпами росту не вдасться. Помірні темпи економічного зростання вимагають точного відстежування руху товарів від виробника до споживача, що забезпечується логістикою.

Актуальність запровадження логістики підтверджується зростанням її ролі у формуванні валового внутрішнього продукту в розвинутих країнах; у формуванні часу перебування матеріалів на підприємстві та у дистрибуції. Наголосимо на тому, що один відсоток скорочення витрат на виконання логістичних функцій еквівалентний 10 % приросту обсягу збуту. Логістичні витрати у США у 1989 р. досягали 11,1 % вартості валового національного продукту [1, с. 39].

Сучасні принципи організації та управління виробництвом, що будуються на логістиці, дедалі ефективніше застосовуються успішними вітчизняними підприємствами. Якщо спочатку виробники спрямовували свої зусилля на зниження собівартості продукції, то тепер, із насиченням ринку, усвідомлюють необхідність забезпечення повного контролю якості на кожному етапі його шляху до споживача. В Україні це підтверджується будівництвом логістичних центрів.

Якість продукції залежить не тільки від виробничої та сировинної баз, а й від умов зберігання і доставки її споживачу. Тому, на нашу думку, організація великого логістичного центру у місті Львові на базі промислового вузла "Сигнівка" буде інноваційно-ефективним напрямком використання цінної території міста. У табл. 1 наведено об'єкти промислового вузла "Сигнівка", які віднесені до складу цього промвузла Генеральним планом м. Львова ("Укрзахідцивільпроект" (зараз "Містопроект"), 1992 р.).

Наявність таких об'єктів у промисловому вузлі сприяє розміщенню на цій території логістичного центру. Деякі з цих об'єктів можуть бути викорис-

тані при його створенні. Пропонуємо: зі складу колишнього промислового вузла "Сигнівка" включити, низку підприємств та організацій в нову структуру логістичного центру "Сигнівка". Цю структуру представлено на рис. 1.

Табл. 1. Список об'єктів провузла "Сигнівка"

№	Назва об'єктів
1	Промбаза БУ-12 тресту "Львівпромбуд"
2	ДСКТБ ВО "Львівхімсільгоспмаш"
3	База механізації БУ-584 тресту "Укрбудвод"
4	Промдільниця заводу ВО "Львівприлад"
5	Виробнича база РБУ-2 ВО "Кінотехніка"
6	Пункт періодичного огляду балонів для СПГ
7	Міжобласна спеціальна науково-реставраційна майстерня №2
8	Матеріально-складська база фабрики паперових виробів
9	Промбаза міжрайонного управління побутового обслуговування населення
10	Автобаза ЛОРТА
11	Центральна база торгу залізничного району.
12	Навчально-виробничі майстерні університету (проект)
13	Промбаза дирекції магістральних нафтопроводів "Дружба"
14	Виробнича база ШРБУ №40 тресту "Західшляхбуд"
15	Виробнича база ШРБУ-1 облшляхбугтресту
16	Районна каналізаційна станція
17	Виробнича база СБМУ-1 тресту "Львівспецкомунбуд"
18	Склади ЛОРТА
19	Будівельний двір Львівського РБУ тресту "Карпаткурортбуд"
20	Кооперативні гаражі ДТ "Автолюбитель"
21	Автоколони № 14654
22	Промбаза РБУ тресту "Електробуд"
23	Автобаза УВС Львівського облвиконкому
24	Насосна станція 11 підйому "Будзем-111"
25	Навчально-виробнича база і дослідний завод ЛПП
26	Автобаза управління зв'язку
27	Філія підприємства ВО фототелеграфної апаратури (колишнього заводу телеграфної апаратури)
28	Станція техобслуговування ОВО "Львівавтотех обслуговування"
29	Групова котельня
30	Автотранспортне підприємство
31	Склад облтехуправління
32	Склад магазину "Хімреактив"
33	Дільниця №2 управління "Авторембудмонтаж" (виробнича база)
34	Виробнича база БУ-137 тресту
35	База аеропорту "Львів"
36	Склад №2 міжобласної поліграф бази
37	Фільмопрокатна база Прикво
38	Спеціалізоване ремонтно-будівельне управління "Львівліфт"
39	Розробна торгова база "Укрторгбудматеріали"
40	Обласний навчально-збірний пункт военкомату
41	Продуктова база міськкоопторгу Львівської облспоживспілки
42	Склад ЦУМу
43	СМЕУ ДАІ м. Львова
44	Виробнича база МК-55 тресту "Південь-західелектромережбуд"

№	Назва об'єктів
45	Львівські шляхово-електромеханічні майстерні
46	База виробничого обслуговування геологорозвідувальної експедиції
47	Західноукраїнська геофізична розвідувальна експедиція "Укргеофізика"
48	Ремонтний завод "Медтехніка"
49	ОВО Теплових мереж "Львівтепломережа"
50	Завод біофізичних приладів
51	Виробничо-технічна "Укрзахід ДНІПР"
52	Тягова підстанція "Скнилів" і дільниця енергопостачання ст. Львів, Львівської залізниці
53	Аптечний склад "Дортрансформупраління"
54	База контори матеріально-технічного постачання в/ч 483
55	Завод №769
56	Центральний склад ВО "Електрон"
57	Виробнича база фабрики художніх меблів "Карпати"
58	Філія №2 ВО "Світоч"
59	Склад республіканської аптечної бази ГАТУ
60	ВШО "Юність" Дільниця художнього розпису №8
61	Відділ робітничого постачання відділу НОД-1 Львівської залізниці
62	Автогараж обласного об'єднання "Вторчормет"
63	Склад книжкової фабрики Атлас
64	Мотозавод Головомотовелпрому
65	"Південьелектропром" – цех
66	База тесту "Західшляхбуд"
67	Макаронна фабрика
68	Хлібозавод №1
69	Кооперативне підприємство "Львів-авто"
70	Завод промоб'єднання "Орбіта"
71	Львівська дільниця Харківського МСБМУ "Союзшахтоспецбуд"
72	Спецтериторія
73	Виробнича база БУ-150 тресту "Півдньзахідтрансбуд"
74	Комплекс будівель в/ч 2144
75	Львівське СП "Пожтехніка"
76	ЛЕМУ зі систем ПА і ОСВО "Укрпівденьспецавтоматика"
77	Виробнича база ВО "Львівгаз"
78	База гідрогеологічного управління "Укргеоконтажмінвод"
79	Фільмобаза Львівської обласної контори з прокату кінофільмів
80	Загальновузлові очисні споруди дощових стоків
81	База Львівського РБУ "Укррембудтресту" МВС України
82	Виробнича база комплектації "Львівспецкомунбуд"
83	АТП на 100 а/м ВО "Львівтеплокомуненерго"
84	Транспортна підстанція
85	Пождепо на 6 виїздів
86	Виробнича база Львівського тресту "Авторембуд"
87	Комісійний торг-продаж уживаних автомобілів
88	Складська база обласної оптово-роздрібної контори "Укрторгбудматеріали"
89	Промбаза БУ-12 тресту "Львівпромбуд"
90	Дорожна лабораторія дистанції сигналізації зв'язку ст. Львів
91	Автозаправна станція на 600 заправок на добу
92	База "Медтехніка"

№	Назва об'єктів
93	Виробнича база ШРБУ-7 і містобудівельна ділянка облшляхрембудтресту
94	Виробнича база РБУ "Львівголовапостач"
95	Центр реконструкції
96	Насосна станція 111 підйому технічного водопостачання
97	Дослідне виробництво ЗУГРЕ апаратури
98	Автоцентр КАМАЗ

Примітка: *Генеральним планом м. Львова ["Укрзахідцивільпроект" (зараз "Містопроект"), 1992 р.].

Крім цього, вважаємо, що логістичний центр має бути оснащено однією з найсучасніших систем управління. Система автоматизації обліку руху товару на складі, за допомогою автомобільного, залізничного та повітряного транспорту, забезпечить повний контроль і аналіз переміщення готової продукції, дасть змогу збільшити швидкість усіх логістичних потоків. Це дасть можливість постійно відстежувати рух товарів від виробничих цехів аж до роздрібних торговельних точок. Таким чином, буде відстежуватись повна й оперативна інформація щодо представленого у тій чи іншій торговельній точці асортименту товарів й терміну їх зберігання. Безумовно, наявність такого логістичного центру стане ще однією конкурентною перевагою промисловості міста Львова.



Рис. 1. Структура логістичного центру "Сигнівка"

Будівництво логістичного центру підвищить престиж міста; крім цього, сотні львів'ян зможуть знайти в новому центрі роботу і гідну заробітну плату. Готова продукція і сировина будуть акумулюватися в одному місці. Використовуватимуться нові технології та принципово новий підхід до технологічного циклу обробки вантажопотоків – стелажне зберігання продукції,

розділення території складів на три зони. Комп'ютеризована система управління товарообігом – ще одна особливість нового логістичного центру.

Географічне розташування центру вибране з урахуванням близькості основних транспортних артерій і зручності під'їзних шляхів (рис. 2). Важливу роль у виборі місця зіграла можливість вільного пересування великовантажних автомобілів, а також наявність вузлової залізничної станції, авіаплатформи, наявність складських приміщень, АЗС, авто майстерні, і т.д.

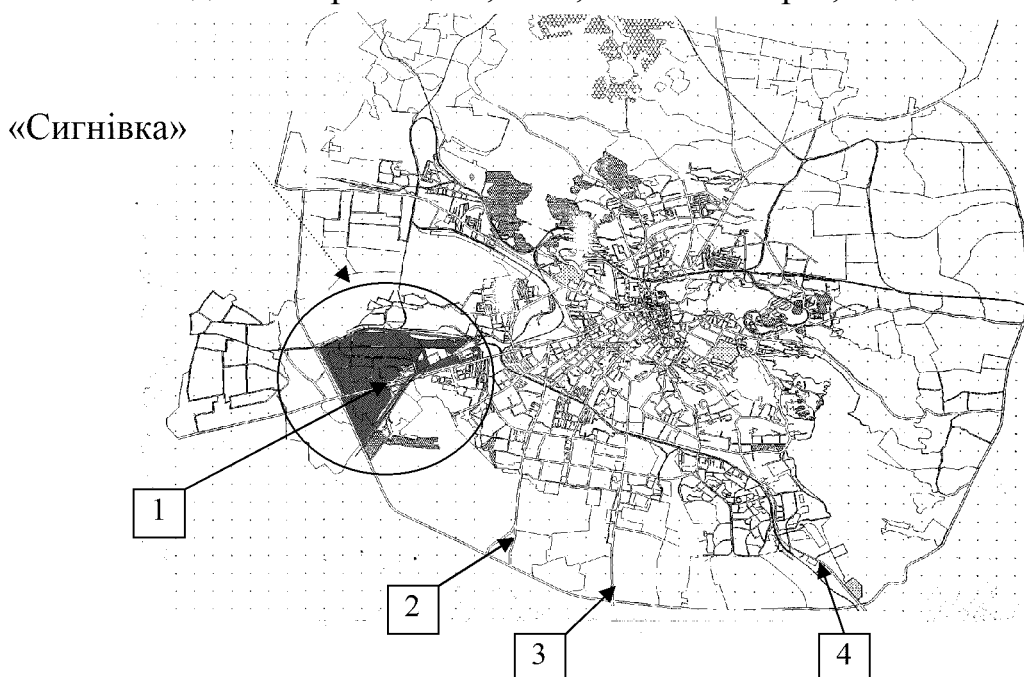


Рис. 2. Розташування логістичного центру "Сигнівка" у м. Львові: 1 – вулиця Городецька; 2 – вулиця Кульпарківська; 3 – вулиця Стрийська; 4 – вулиця Зелена

Для успішної реалізації проекту створення транспортного комплексу (логістичного центру) на початковому етапі потрібно зробити оцінку ділянки забудови. Експертна оцінка земельної ділянки для створення складського комплексу (логістичного центру) обґрунтовується маркетинговим дослідженням регіону (району розташування), включає визначення образу потенційних клієнтів, допущення про призначення, необхідну потужність і клас складських терміналів, контейнерних майданчиків, майданчиків кросс-доккінга і т.п.

Маркетингові дослідження повинні бути здійсненні за методикою LFA шляхом вивчення відкритих інформаційних джерел, опитів учасників ринку, проведення польових досліджень. Робота зі збору інформації може проводитися як співробітниками LFA, так і власними ресурсами Замовника (за формами LFA). Експерти LFA здійснюють фізичний огляд земельної ділянки і району розташування.

Експертна оцінка формується на підставі фізичного огляду ділянки, а також аналізу матеріалів маркетингових досліджень [2].

Звітні матеріали містять:

1. Аналіз ринку складської нерухомості і ринку логістичних послуг, аналіз попиту і пропозиції на складські приміщення, складські і комплексні логістичні послуги; існуючі ринкові ставки оренди і ціни на складські логістичні послуги і динаміка їх змін; місцеві і мережові логістичні компанії

(складські, брокерські, транспортно-експедиційні); плани розвитку логістичної інфраструктури: плани створення крупних об'єктів індустріально-логістичного призначення, розвитку транспортної інфраструктури.

2. Формування образу потенційних клієнтів, затребувана категорія і клас складських приміщень і операційних майданчиків; категорії вантажів, рівні упаковки і пов'язані з цим вимоги з операцій, операційні параметри з приходів/відвантаженнях і за видами транспортних засобів.
3. Експертна оцінка обраної ділянки для створення логістичного центру оцінка місцеположення Ділянки з погляду топології району: транспортних шляхів і розв'язок, інженерних комунікацій, трудових ресурсів; оцінка топології ділянки (форма ділянки, висоти і горизонталі), оцінка придатності існуючих будівель і споруд.

Згідно з додатковим запитом експерти LFA розробляють:

4. Концептуальне визначення призначення створюваного індустріального об'єкту (логістичного центру, індустріального парку і т.п.) з вказівкою (на основі порівняння варіантів) передбачуваних логістичних функцій і відповідних функціональних елементів створюваного об'єкту.

З огляду зазначеного вище для оцінки ефективності функціонування логістичного центру "Сигнівка" нами пропонується використати математично-транспортну модель, яку наведено далі.

Розглянемо характеристики діяльності логістичного центру у позначеннях:

- j – індекс видів продукції ($j = 1, 2, \dots, J$);
- i – індекс видів продукції (сировини), що використовується у виробництві j -их виробів продукції ($i = 1, 2, \dots, I$);
- α – номер організаційно-технічного способу виготовлення i -тої продукції у логістичному центрі ($\alpha = 1, 2, \dots, E_i$);
- β – номер організаційно-технологічного способу виготовлення j -тої продукції в логістичному центрі ($\beta = 1, 2, \dots, E_j$);
- r – індекс ресурсів, що використовується при виготовленні i -их видів продукції ($r = 1, 2, \dots, R$);
- s – індекс ресурсів, що використовуються при виготовленні j -их видів продукції ($s = 1, 2, \dots, S$);
- t – індекс ресурсів, що використовуються при виготовленні i -их та j -их видів продукції ($t = 1, 2, \dots, T$);
- N_i^α, N_j^β – наявні у логістичному центрі потужності з виробництва i -тої та j -тої продукції;
- D_i^α, D_j^β – максимально можливий, у логістичному центрі, приріст потужностей з виробництва i -их та j -их продукції;
- R_r, S_s, T_t – запас ресурсів r -го, s -го, t -го видів у логістичному центрі;
- λ_{ij}^β – витрата i -тої продукції на виробництво j -тої продукції в логістичному центрі;
- $a_{ir}^\alpha, a_{is}^\alpha, a_{it}^\alpha, a_{jr}^\beta, a_{js}^\beta, a_{jt}^\beta$ – витрата r -го, s -го, t -го видів ресурсів відповідно на виробництво одиниці i -тої та j -тої продукції в логістичному центрі;
- Q – ліміт капітальних вкладень на розвиток виробництва i -тої та j -тої продукції;
- q_i^α, q_j^β – питомі капітальні вкладення на виробництво одиниці i -тої та j -тої продукції в логістичному центрі;

- $\Phi_i^\alpha, \Phi_j^\beta$ – втрати від недовикористання потужностей з виробництва одиниці i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- $\Phi_i^{\alpha(q)}, \Phi_j^{\beta(q)}$ – втрати від недовикористання капітальних вкладень одиниці виробництва i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- f_i^α, f_j^β – наведені капітальні затрати на приріст одиниці i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- C_i^α, C_j^β – наведені затрати на виробництво одиниці i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- S_i^α, S_j^β – наведені затрати на приріст виробництва одиниці i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- h_i, h_j – нормативні галузеві коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;
- B_i, B_j – об'єми (обсяги) кінцевого споживання i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі.

Шуканими (невідомими) величинами моделі є:

- x_i^α, x_j^β – об'єми (обсяги) виробництва i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- $\Delta x_i^\alpha, \Delta x_j^\beta$ – прирости потужностей з виробництва i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі;
- Z_i^α, Z_j^β – розміри невикористаних потужностей з виробництва i -тої та j -тої продукції у логістичному центрі.

Умови моделі:

- 1) Об'єм (обсяг) виробництва кожного виду продукції у логістичному центрі не визначається наявними потужностями, він може їм відповідати, бути меншим чи більшим:

$$x_i^\alpha + Z_i^\alpha - \Delta x_i^\alpha = N_i^\alpha; (i = 1, 2, \dots, I; \alpha = 1, 2, \dots, E_i); \quad (1)$$

$$x_j^\beta + Z_j^\beta - \Delta x_j^\beta = N_j^\beta; (j = 1, 2, \dots, J; \beta = 1, 2, \dots, E_j).$$

- 2) Приріст об'єму виробництва кожного виду продукції у логістичному центрі не може бути більшим від загальної величини:

$$\Delta x_i^\alpha \leq D_i^\alpha; \Delta x_j^\beta \leq D_j^\beta; (i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J; \alpha = 1, 2, \dots, E_i; \beta = 1, 2, \dots, E_j). \quad (2)$$

- 3) Обмеження з ресурсів:

- витрата r -го виду ресурсів, на виробництво всіх видів i -тої продукції у логістичному центрі не може перевищувати його наявного запасу:

$$\sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} a_{ir}^\alpha x_i^\alpha \leq R_r, r = \overline{1, R}; \quad (3)$$

- витрата s -го виду ресурсів, на виробництво всіх видів j -тої продукції у логістичному центрі, не може перевищувати його наявного запасу:

$$\sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} a_{js}^\beta x_j^\beta \leq S_s, s = \overline{1, S}; \quad (4)$$

- витрата t -го виду ресурсів, на виробництво всієї i -тої та j -тої видів продукції у логістичному центрі, не може перевищувати його наявного запасу:

$$\sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} a_{ir}^{\alpha} x_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} a_{js}^{\beta} x_j^{\beta} \leq Tt, t = \overline{1, T}. \quad (5)$$

- 4) Сума капітальних вкладень на виробництво всіх видів продукції із врахуванням втрат від недовикористання виробничих потужностей повинна перевищувати встановленого ліміту:

$$h_i \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} q_i^{\alpha} x_i^{\alpha} + h_j \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} q_j^{\beta} x_j^{\beta} + \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} \Phi_i^{\alpha(q)} Z_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} \Phi_j^{\beta(q)} Z_j^{\beta} + \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} f_i^{\alpha} \Delta x_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} f_j^{\beta} \Delta x_j^{\beta} \leq Q. \quad (6)$$

- 5) Обсяг (об'єм) кінцевого споживання кожного виду продукції у логістичному центрі дорівнює об'єму (обсягу) його виробництва за мінусом витрат на внутрішньовиробничі потреби:

$$\sum_{\alpha=1}^{E_i} x_i^{\alpha} - \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} \lambda_{ij}^{\beta} x_j^{\beta} = B_i, i = \overline{1, I};$$

$$\sum_{\beta=1}^{E_j} x_j^{\beta} = B_j, j = \overline{1, J}. \quad (7)$$

Метою є зведення лімітного функціоналу – сумарних наведених затрат на виробництво всіх видів продукції на його приріст, втрат на недовикористання виробничих фондів:

$$F = \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} C_i^{\alpha} x_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} C_j^{\beta} x_j^{\beta} + \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} s_i^{\alpha} \Delta x_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} s_j^{\beta} \Delta x_j^{\beta} + \sum_i \sum_{\alpha=1}^{E_i} \Phi_i^{\alpha} Z_i^{\alpha} + \sum_j \sum_{\beta=1}^{E_j} \Phi_j^{\beta} Z_j^{\beta} \rightarrow \min. \quad (8)$$

При розв'язанні задачі в рамках цієї моделі для логістичного центру можна визначити для кожного виду продукції об'єми (обсяги) її виробництва і виробничого споживання, приріст виробничих потужностей, витрата різних видів ресурсів, сукупні виробничі витрати.

Зазначимо, що розгляд у моделі логістичного центру мінімізує транспортні витрати з виробничої діяльності, тому у побудованій математичній моделі величини y_{lk} -об'єми (обсяги) ввозу-вивозу продукції у ході господарювання є нульовими, відповідно нульовими є складові мінімального функціоналу затрат, що їх містять.

Припустимо, що в логістичному центрі міститься (знаходиться) W суб'єктів господарювання $A_1, A_2, \dots, A_n$, обсяги (об'єми) перевезень однорідної продукції (ресурсів) (сировини) між якими є $v_{ij}(i, j = \overline{1, n})$, а вартості відповідних перевезень відповідно $C_{ij}(i, j = \overline{1, n})$. Очевидно, що $v_{ii} = c_{ii} \equiv 0, (i = \overline{1, n})$. Тоді допоміжна матриця перевезень цієї логістичної схеми має наступний вигляд (табл. 2).

Вважаючи логістичну схему збалансованою, умови балансу мають такий вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{21} + V_{31} + \dots + V_{n1} = \sum_{i \neq 1} V_{i1} = A_1 \\ V_{12} + V_{32} + \dots + V_{n2} = \sum_{i \neq 2} V_{i2} = A_2 \\ \dots \\ V_{1n} + V_{2n} + \dots + V_{n-1,n} = \sum_{i \neq n} V_{in} = A_n \\ V_{12} + V_{13} + \dots + V_{n1} = \sum_{i \neq 1} V_{li} = A_1 \\ V_{21} + V_{23} + \dots + V_{n2} = \sum_{i \neq 2} V_{2i} = A_2 \\ \dots \\ V_{n1} + V_{n2} + \dots + V_{n,n-1} = \sum_{i \neq n} V_{ni} = A_n \end{array} \right. \quad (9)$$

Де величини $v_{ij}(i, j = \overline{1, n})$ є шуканими, а величини A_i – задані об'єми (обсяги) наявних ресурсів (продукції) на суб'єктах господарювання логістичного центру. Математично задача полягає у знаходженні мінімального значення мінімальної цільової функції $L = \sum_{i \neq j} C_{ij} V_{ij} \rightarrow \min$ (10) при обмеженнях (9).

Табл. 2. Модель матриці перевезень логістичного центру

Вивіз \ Ввіз	A_1	A_2	...	A_n
A_1	0 0	C_{12} V_{12}	...	C_{1n} V_{1n}
A_2	C_{21} V_{21}	0 0	...	C_{2n} V_{2n}
...	...	...	0 0	...
A_n	C_{n1} V_{n1}	C_{n2} V_{n2}	...	0 0

Знайдені звідси величини $v_{ij}(i, j = \overline{1, n}); (i \neq j)$ дадуть можливість мінімізувати транспортні затрати з усіх напрямків. Доповнивши задачу знаходження мінімуму функціоналу (8) задачею мінімізації функції мети (10) при обмеженнях (1)-(7), (10) математичну модель заданої економічної задачі можна вважати повною.

Потенційним інвестором при створенні логістичного центру може бути Компанія "XXI Століття". Ця компанія розробила концепцію розвитку мережі високотехнологічних логістичних комплексів, що будуть розміщені на всій території України. Всі логістичні комплекси будуть витримані в єдиному форматі і розташовуватимуться в межах 0-30 км. від об'їзної дороги столиці України, а також міст-мільйонників.

Компанія займається пошуком і придбанням земельних ділянок у Центральному, Східному і Південно-східному регіонах України для розвитку мережі логістичних комплексів.

На стадії оформлення дозвільної документації знаходяться проекти логістичних комплексів у Києві (2 проекти) і в Одесі. У найближчій перспективі (2008 р.) – робота щодо розвитку проектів у Львові, Харкові, Дніпропетровську, Донецьку. У більш довгостроковій перспективі (2008-11 рр.) – розвиток проектів сучасних логістичних комплексів у Луганську, Миколаєві, Херсоні, АР Крим, Хмельницькому. Приклад логістичних центрів, розроблених цією компанією, наводиться на рис. 3 [3].



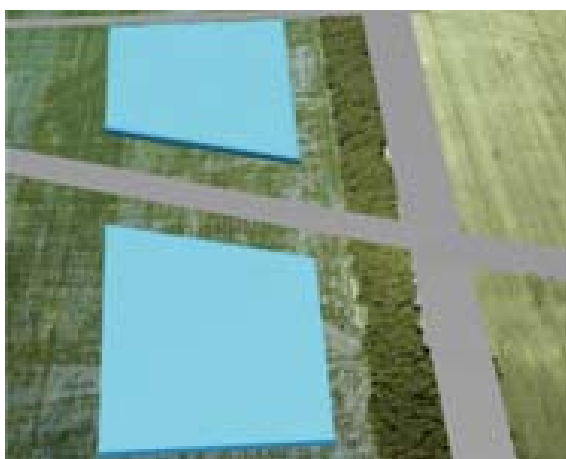
Логістичний центр-1, м. Київ
Загальна площа – 154 335 м²



Логістичний центр-2, м. Київ
Загальна площа – 116 084 м²



Логістичний центр, м. Одеса
Загальна площа – 94 844 м²



Логістичний центр, м. Вишгород
Загальна площа – 43 500 м²



**Логістичний центр,
м. Дніпропетровськ**
Загальна площа – 156 800 м²

Рис. 3. Логістичні центри компанії "XXI Століття"

Висновки. Запропонований нами Логістичний центр "Сигнівка" дасть можливість:

- створити промислово складський комплекс;
- мінімізувати транспортні затрати з усіх напрямків;
- раціонально використати земельну ділянку промислової зони;
- забезпечити соціально-економічне зростання міста.

Література

1. Крикавський Є. Економічний потенціал логістичних систем. – Львів: Вид-во ДУ "Львівська політехніка", 1997. – 168 с.
2. www.lfa.com.ua/territory_evaluation.html
3. www.21.com.ua/ukrainian/portfel/logis/logdnepr.html

УДК 534.111

Здобувач Х.І. Ліщинська; доц. А.П. Сенік,
канд. фіз.-мат. наук – НУ "Львівська політехніка"

ПЕРІОДИЧНІ АТЕВ-ФУНКЦІЇ І МЕТОД ВАН-ДЕР-ПОЛЯ У ДОСЛІДЖЕННІ ОДНОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ ДВОВИМІРНИХ НЕЛІНІЙНО ПРУЖНИХ СИСТЕМ

З використанням періодичних Атев-функцій, методів Ван-дер-Поля та усереднення розроблено методику дослідження коливних процесів у багатовимірних (двовимірних) нелінійно пружних системах. Отримано математичні залежності, які визначають вплив різної природи нелінійних сил на основні параметри динамічного процесу.

Competitor K.I. Lishchynska; assoc. prof. A.P. Senyk – NU "L'viv'ska Politekhnikha"

Periodic Ateb-functions and Van-der-Pole method in research of single-frequency oscillations of two-dimensional nonlinearly elastic systems

With use of periodic Ateb-functions, methods of Van-der-Pole and averages it is developed a technique of research of oscillatory processes in many-dimensional (two-dimensional) nonlinearly elastic systems. It is received mathematical dependences which define agency of the different nature of nonlinear forces on key parameters of dynamic process.

Актуальність і постановка задачі. Аналітичні методи дослідження коливних процесів у квазілінійних системах із зосередженими масами і розподіленими параметрами розроблені у достатній мірі для теоретичних і практичних цілей. Особливо ефективними методами їх використання є методи, в основі яких лежить теорія збурень [1, 2], зокрема асимптотичні методи нелінійної механіки [3-5]. Проблема значно ускладнюється у випадку, коли нелінійно-пружні характеристики систем мають чітко виражений нелінійний характер. Для таких систем тільки в окремих випадках вдається аналітично описати процес, а значить дослідити вплив тих чи інших сил (параметрів) на коливання. Зокрема, для систем зі степеневою нелінійністю або близьких до них на основі використання періодичних Атев-функцій [6-7], вдалось узагальнити асимптотичні методи КБМ на випадок одночастотних коливань у системах із зосередженими масами [8-10] та одновимірних систем із розподіленими параметрами [11-14]. Метою цієї роботи є узагальнення вказаних аналітичних методів на більш складні системи, а саме, багатовимірні (двовимірні) системи із розподіленими параметрами, нелінійно-пружні характеристики