

Маргіта Н. О.

*кандидат економічних наук,
старший викладач кафедри маркетингу і логістики
Національного університету «Львівська політехніка»*

Новодська Н. І.

*магістр
Національного університету «Львівська політехніка»*

Marhita N. O.

*PhD, Senior Lecturer, Department of Marketing and Logistics
Lviv Polytechnic National University*

Novodska N. I.

*Master
Lviv Polytechnic National University*

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ДИСТРИБУЦІЙНОЇ КОМПАНІЇ

OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION COMPANY LOGISTICS CENTER LOCALIZATION

Анотація. У статті подано методику реалізації методу оптимізації місця розташування логістичного центру, де параметром оптимізації є витрати транспортування. Подано реальний приклад розрахунку оптимального місця розташування логістичного центру дистрибуційної компанії, розраховано річну економію витрат транспортування під час перенесення логістичного центру в нові координати.

Ключові слова: дистрибуційний центр, оптимальне місце розташування, функція витрат, витрати транспортування.

Вступ та постановка проблеми. В сучасних умовах поглиблення конкуренції, зростання вимог споживачів, відносної насиченості ринку товарами та послугами і, як наслідок, жорсткої цінової конкуренції ключовим елементом у боротьбі за лідерство на ринку є здатність підприємства забезпечити оптимальний рівень споживачього сервісу за відносно низьких витрат. Особливої ваги питання підтримання високих стандартів логістичного обслуговування за помірних цін набуває для дистрибуційних компаній, економічна ефективність яких визначається якістю рішень щодо оптимізації логістичних витрат.

Оскільки ключовою активністю дистрибуційного підприємства є фізичне переміщення матеріальних ресурсів від постачальників до консолідаційних центрів, а потім до споживачів, найбільшу частку в структурі витрат таких підприємств займають витрати транспортування. Саме тому для дистрибуційних підприємств особливої актуальності набуває питання оптимізації мережі через визначення місця розташування логістичного центру, що забезпечить мінімізацію витрат перевезення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методика оптимізації місця розміщення логістичного центру описана в працях вітчизняних та іноземних дослідників, наприклад, метод визначення центра ваги фізичної моделі системи розподілу [1], метод локалізації логістичного центру, що забезпечить мінімум транспортних тарифів, за умови, що транспортні тарифи на перевезення сировини і готових виробів однакові [2], метод вибору місця розміщення логістичного центру, що ґрунтується на розрахунку інтегральної оцінки привабливості регіону [3], метод локалізації, що мінімізує витрати доставки, в якому параметром, що підлягає оптимізації, виступає відстань [4].

Аналіз наукової літератури засвідчує, що існують декілька підходів до оптимізації локалізації логістичного центру, однак не всі з них враховують такий параметр оптимізації, як витрати доставки. Саме тому доцільно розглянути методику оптимізації, що буде зручною для оптимізації дистрибуційної мережі, що має понад 250 точок доставки.

Метою статті є визначення оптимального місця розміщення логістичного центру для дистрибуційної компанії, що має понад 250 точок доставки, де параметром оптимізації є витрати транспортування.

Результати дослідження. Розрахуємо оптимальне місце розташування дистрибуційного центру на прикладі підприємства-дистриб'ютора дитячих товарів, яке реалізовує продукцію на території Західної України, більш як у 250 населених пунктах. Дистрибуційний центр підприємства знаходиться у м. Городок Львівської області (рис. 1).

На практиці найбільш важливим фактором, що впливає на вибір локалізації логістичного центру, є витрати, а саме витрати постачання. Оскільки витрати постачання залежать від відстаней до об'єктів постачання, для визначення місця розташування логістичного центру доцільно скористатися математичною моделлю, де параметром оптимізації буде відстань. У цьому випадку доцільно використовувати не реальні відстані, а розташування точок в двовимірному просторі [4].

Найчастіше відстані між точками визначають за допомогою формули визначення Евклідової відстані [5]:

$$d_{ij}^p = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1),$$

де $A_i(x_i, y_i), A_j(x_j, y_j)$ – точки в площині R^2 .

Вибір оптимального місця локалізації логістичного центру вимагає мінімізації транспортних витрат, що визначаються за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^m a_i k_i^a d_{i0} + \sum_{j=1}^n b_j k_j^b d_{j0}, \quad (2)$$

де $A_i(x_i^A, y_i^A)$ – локалізація постачальників;

a_i – очікуваний обсяг поставок;

$B_j(x_j^B, y_j^B)$ – локалізація споживачів;

b_j – очікуваний обсяг споживання;

k_a^i, k_b^i – одноразові витрати на доставку товарів від постачальників до споживачів.

Оскільки оптимальне розміщення логістичного центру передбачає мінімізацію витрат доставки, необхідно знайти координати точки $M(x_0, y_0)$, в якій витрати доставки були б найменшими. Для цього використаємо формулу Евклідової відстані (1) і, підставивши її у формулу (2), отримаємо такий вигляд функції витрат:

$$K = \sum_{i=1}^m a_i k_i^a \sqrt{(x_i^A - x_0)^2 + (y_i^A - y_0)^2} + \sum_{j=1}^n b_j k_j^b \sqrt{(x_j^B - x_0)^2 + (y_j^B - y_0)^2}. \quad (3)$$

Для того, щоб знайти координати (x_0, y_0) , необхідно визначити перші часткові похідні функції K (3) та прирівняти їх до нуля. Виконавши зазначені дії, отримуємо:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i k_i^a x_i^A + \sum_{j=1}^n b_j k_j^b x_j^B}{\sum_{i=1}^m a_i k_i^a + \sum_{j=1}^n b_j k_j^b}. \quad (4)$$

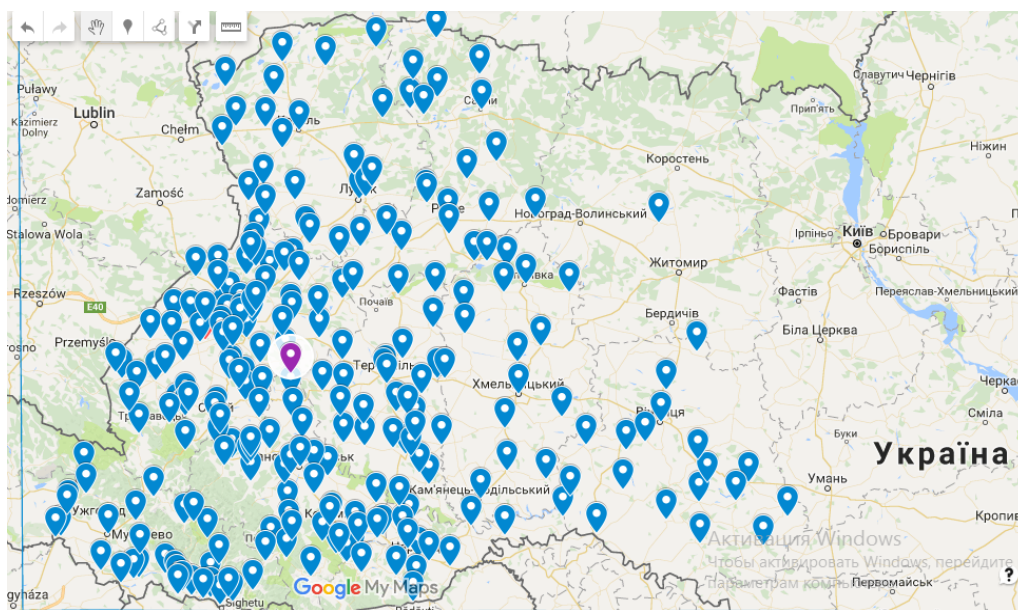


Рис. 1. Торгова мережа дистрибуційної компанії

Таблиця 1

Розрахунки, пов'язані з визначенням вартості перевезення

№	Місце розташування	Обсяг продажу за міс., грн.	Загальна вага вантажу за міс., т	Кілометраж	Витрати перевезень, грн./т	Координата X	Координата Y
1	Сокільники	370 787,31	0,35	25,5	51,26	158	209
2	Львів	1 305 381,16	65,7	24,9	50,05	160	215
3	Тернопіль	511 280,06	9,95	157	273,97	273	184
4	Луцьк	272 922,85	5,97	175	289,04	248	317
5	Вінниця	390 049,54	3,04	392	595,84	484	147
6	Мукачеве	273 792,76	4,38	246	446,90	65,9	59,5
7	Івано-Франківськ	411 642,85	6,68	154	309,54	212	114
8	Чернівці	501 314,79	12,44	291	485,49	305	43
9	Хмельницький	368 150,50	8,68	269	540,69	375	169
10	Стрий	144 675,11	3,53	88	129,65	148	151
247	Вигода	333,3	0,01	133	216,79	154	113
248	Волиця	208,68	0,01	88,3	134,22	146	260
249	Соломонове	180	0,00	303	550,45	25,8	59,9
250	Івано-Франкове	592,03	0,01	22,1	32,56	137	224
251	Добросин	241,2	0,00	66,6	101,23	146	248
252	Журавно	414,72	0,02	98,4	144,98	179	151
253	Солонка	205,92	0,01	28,2	41,55	158	205
254	Старий Розділ	159,23	0,01	68,3	100,63	164	173

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A y_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B y_j^B}{d_j^B}}{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B}{d_j^B}} \quad (5)$$

Через труднощі у визначенні координат (у формулах (4) і (5) змінні присутні в обох сторонах рівняння) доцільно застосовувати ітераційну процедуру.

На першому етапі для вихідних даних доцільно визначити координати центра ваги за формулами:

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i k_i^A x_i^A + \sum_{j=1}^n b_j k_j^B x_j^B}{\sum_{i=1}^m a_i k_i^A + \sum_{j=1}^n b_j k_j^B} \quad (6)$$

$$\bar{y}_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i k_i^A y_i^A + \sum_{j=1}^n b_j k_j^B y_j^B}{\sum_{i=1}^m a_i k_i^A + \sum_{j=1}^n b_j k_j^B} \quad (7)$$

Таким чином, розраховані координати використовуються для розрахунку відстані:

$$d_i = \sqrt{(x_i - \bar{x}_0)^2 + (y_i - \bar{y}_0)^2} \quad (8)$$

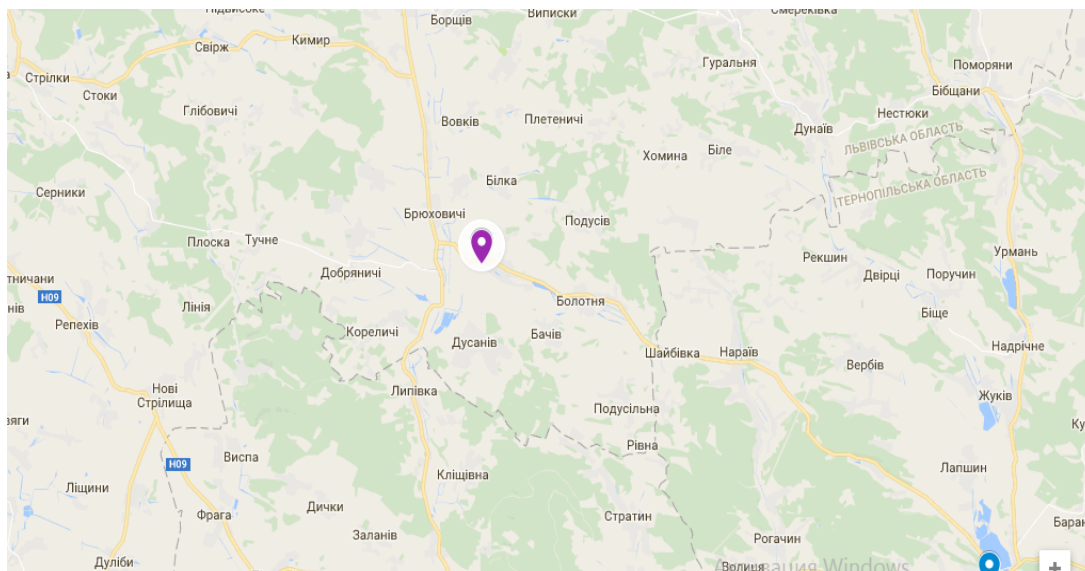


Рис. 2. Оптимальне місце локалізації дистрибуційного центру (с. Іванівка, Львівська область)

Таблиця 2

Розрахунки, пов'язані з визначенням нових координат розміщення логістичного центру

№	Місце розташування	Загальна вага вантажу за міс., т (a)	Витрати перевезень, грн./т (k)	X	Y	Загальні витрати перевезень, грн. (a*k)	a*k*x	a*k*y
1	Сокільники	0,35	51,26	158	209	17,86	2821,82	3732,66
2	Львів	65,7	50,05	160	215	3288,00	526079,35	706919,13
3	Тернопіль	9,95	273,97	273	184	2725,48	744055,09	501487,68
4	Луцьк	5,97	289,04	248	317	1725,44	427908,20	546963,30
5	Вінниця	3,04	595,84	484	147	1809,30	875699,34	265966,54
6	Мукачеве	4,38	446,90	65,9	59,5	1956,76	128950,73	116427,44
7	Івано-Франківськ	6,68	309,54	212	114	2067,71	438354,81	235719,10
8	Чернівці	12,44	485,49	305	43	6040,45	1842336,63	259739,26
9	Хмельницький	8,68	540,69	375	169	4692,65	1759742,36	793057,22
10	Стрий	3,53	129,65	148	151	457,93	67774,08	69147,88
247	Вигода	0,01	216,79	154	113	1,79	276,12	202,61
248	Волиця	0,01	134,22	146	260	1,34	195,30	347,80
249	Соломонове	0,00	550,45	25,8	59,9	2,11	54,38	126,26
250	Івано-Франкове	0,01	32,56	137	224	0,49	66,79	109,20
251	Добросин	0,00	101,23	146	248	0,01	1,39	2,36
252	Журавно	0,02	144,98	179	151	2,21	395,18	333,37
253	Солонка	0,01	41,55	158	205	0,31	49,64	64,40
254	Старий Розділ	0,01	100,63	164	173	0,59	96,49	101,79
Разом						60853,52	15707326,89	10047152,29

Відстань, яку отримуємо за формулою (8), підставляємо у формули (4) і (5), що дає змогу визначити скориговані координати (x_0, y_0) . Так, розраховані скориговані зміни приймаються як нові координати, а на їх основі розраховується скоригована відстань за формулою (8).

Дані про обсяги продажів дитячих товарів за місяць подано в табл. 1.

Визначення місця локалізації дистрибуційного центру передбачає окреме визначення місця розміщення для кожної координати та знаходження загальної вартості перевезення.

Діючий дистрибуційний центр знаходиться за координатами $X=137$; $Y=209$, знайдемо оптимальні координати розташування дистрибуційного центру, за яких транспортні витрати будуть мінімальними (табл. 2).

Оптимальні значення місця локалізації дистрибуційного центру становлять:

$$X = \frac{a * k * x}{a * k} = \frac{15707326,89}{60853,52} = 258, \quad (9)$$

$$Y = \frac{a * k * y}{a * k} = \frac{10047152,29}{60853,52} = 165, \quad (10)$$

Таблиця 3

Розрахунки, пов'язані з визначенням обсягу витрат під час розміщення логістичного центру у точці (258;165)

№	Місце розташування	Загальна вага вантажу за міс., т (а)	Витрати перевезень, грн./т (к)	X	Y	d	a*k*d
1	Сокільники	0,35	51,26	158	209	109,32	1952,37
2	Львів	65,7	50,05	160	215	110,08	361927,07
3	Тернопіль	9,95	273,97	273	184	24,05	65557,01
4	Луцьк	5,97	289,04	248	317	152,23	262667,75
5	Вінниця	3,04	595,84	484	147	226,61	409999,77
6	Мукачеве	4,38	446,90	65,9	59,5	219,32	429149,80
7	Івано-Франківськ	6,68	309,54	212	114	68,84	142332,84
8	Чернівці	12,44	485,49	305	43	130,80	790061,41
9	Хмельницький	8,68	540,69	375	169	116,95	548795,21
10	Стрий	3,53	129,65	148	151	111,02	50838,14

247	Вигода	0,01	216,79	154	113	116,43	208,75
248	Волиця	0,01	134,22	146	260	146,89	196,49
249	Соломонове	0,00	550,45	25,8	59,9	255,03	537,55
250	Івано-Франкове	0,01	32,56	137	224	134,68	65,66
251	Добросин	0,00	101,23	146	248	139,43	1,33
252	Журавно	0,02	144,98	179	151	80,36	177,42
253	Солонка	0,01	41,55	158	205	107,77	33,86
254	Старий Розділ	0,01	100,63	164	173	94,45	55,57
Разом							8233784,7

Таблиця 4

Розрахунки, пов'язані з визначенням скоригованих координат розміщення логістичного центру

№	Місце розташування	X	Y	d	a*k*x	a*k*y	(a*k*x)/d	(a*k*y)/d	(a*k)/d
1	Сокільники	158	209	109,32	2821,82	3732,66	25,81	34,15	0,163
2	Львів	160	215	110,08	526079,35	706919,13	4779,27	6422,14	29,870
3	Тернопіль	273	184	24,05	744055,09	501487,68	30933,45	20848,92	113,309
4	Луцьк	248	317	152,23	427908,20	546963,30	2810,88	3592,94	11,334
5	Вінниця	484	147	226,61	875699,34	265966,54	3864,39	1173,69	7,984
6	Мукачеве	65,9	59,5	219,32	128950,73	116427,44	587,97	530,87	8,922
7	Івано-Франківськ	212	114	68,84	438354,81	235719,10	6368,11	3424,36	30,038
8	Чернівці	305	43	130,80	1842336,63	259739,26	14085,66	1985,85	46,183
9	Хмельницький	375	169	116,95	1759742,36	793057,22	15047,23	6781,29	40,126
10	Стрий	148	151	111,02	67774,08	69147,88	610,49	622,86	4,125

247	Вигода	154	113	116,43	276,12	202,61	2,37	1,74	0,015
248	Волиця	146	260	146,89	195,30	347,80	1,33	2,37	0,009
249	Соломонове	25,8	59,9	255,03	54,38	126,26	0,21	0,50	0,008
250	Івано-Франкове	137	224	134,68	66,79	109,20	0,50	0,81	0,004
251	Добросин	146	248	139,43	1,39	2,36	0,01	0,02	0,000
252	Журавно	179	151	80,36	395,18	333,37	4,92	4,15	0,027
253	Солонка	158	205	107,77	49,64	64,40	0,46	0,60	0,003
254	Старий Розділ	164	173	94,45	96,49	101,79	1,02	1,08	0,006
Разом					15707326,89	10047152,29	159684,79	99913,58	610,709

де a – очікуваний обсяг поставок;
 k – витрати на доставку товарів.

Оптимальне місце розташування дистрибуційного центру знаходиться на відстані 85,2 км від наявного місця розташування (рис. 2).

Значення функції витрат транспортування визначаються:

$$d_{ij}^p = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \quad (11)$$

де $A_i(x_i, y_i)$, $A_j(x_j, y_j)$ – точки в площині R^2 . Розрахунок витрат транспортування подано в табл. 3.

Отже, за оптимальних значень координат дистрибуційного центру витрати транспортування складуть 8 233 784,7 грн.

Розрахунок скоригованих координат локалізації дистрибуційного центру може привести до зниження витрат транспортування (табл. 4). Для того, щоб знайти скориговані координати, необхідно застосувати такі формули:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A x_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B x_j^B}{d_j^B}}{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B}{d_j^B}}, \quad (12)$$

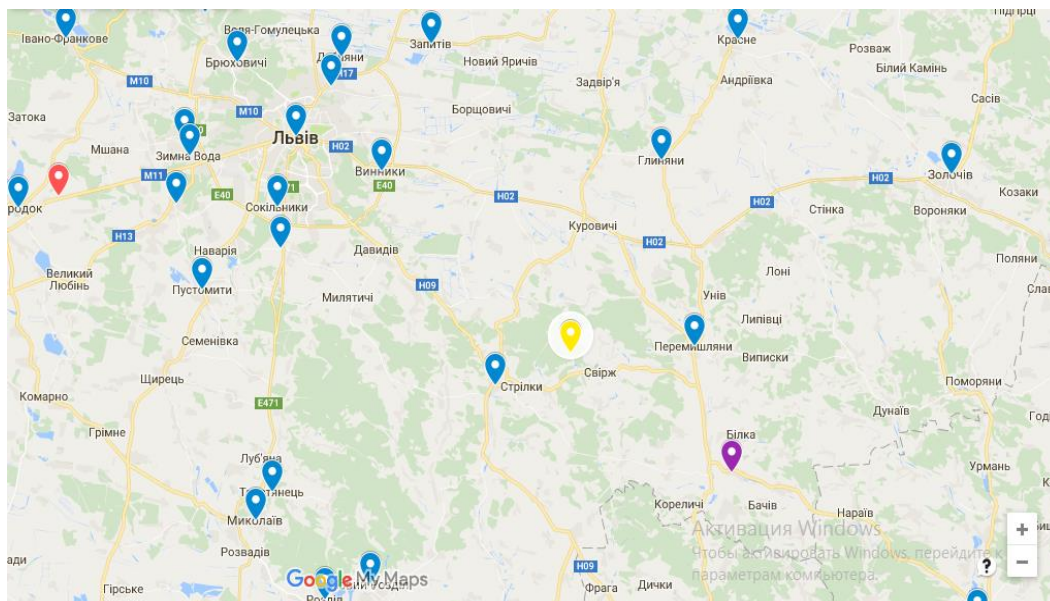


Рис. 3. Скориговані координати локалізації дистрибуційного центру у точці (261,47;163,6) поблизу с. Свірж

Таблиця 5

Розрахунки, пов'язані з визначенням обсягу витрат перевезення під час розміщення логістичного центру у скоригованій точці (261,47;163,6)

№	Місце розташування	Загальна вага вантажу за міс., т (a)	Витрати перевезень, грн./т (k)	X	Y	d_2	$a*k*d_2$
1	Сокільники	25,5	51,26	158	209	112,99	2018,05
2	Львів	24,9	50,05	160	215	113,75	374004,68
3	Тернопіль	157	273,97	273	184	23,43	63854,27
4	Луцьк	175	289,04	248	317	153,99	265696,77
5	Вінниця	392	595,84	484	147	223,14	403734,04
6	Мукачеве	246	446,90	65,9	59,5	221,55	433530,73
7	Івано-Франківськ	154	309,54	212	114	70,06	144859,46
8	Чернівці	291	485,49	305	43	128,22	774484,58
9	Хмельницький	269	540,69	375	169	113,65	533338,04
10	Стрий	88	129,65	148	151	114,17	52283,08
247	Вигода	0,01	216,79	154	113	118,79	212,99
248	Волиця	0,01	134,22	146	260	150,42	201,22
249	Соломонове	0,00	550,45	25,8	59,9	257,48	542,72
250	Івано-Франкове	0,01	32,56	137	224	138,35	67,45
251	Добросин	0,00	101,23	146	248	143,03	1,36
252	Журавно	0,02	144,98	179	151	83,43	184,19
253	Солонка	0,01	41,55	158	205	111,45	35,01
254	Старий Розділ	0,01	100,63	164	173	97,93	57,62
Разом							8228017,45

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A y_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B y_j^B}{d_j^B}}{\sum_{i=1}^m \frac{a_i k_i^A}{d_i^A} + \sum_{j=1}^n \frac{b_j k_j^B}{d_j^B}} \quad (13)$$

Нові скориговані координати становитимуть:

$$X_0 = 159684,79/610,709 = 261,47;$$

$$Y_0 = 99913,58/610,709 = 163,6.$$

Необхідно розрахувати витрати транспортування за скоригованих координат (табл. 5).

Витрати транспортування за таких координат локалізації дистрибуційного центру складуть 8 228 017,45 грн.,

що нижче, ніж за оптимальних координат на 5 767,31 грн. З-поміж цих двох локалізацій доцільно обрати другу, оскільки витрати транспортування будуть меншими (рис. 3).

Порівняємо витрати транспортування діючого місця локалізації дистрибуційного центру та скоригованих координат (табл. 6).

Витрати транспортування за діючого розташування дистрибуційного центру становлять 10 839 017 грн. Порівняно зі скоригованими координатами економія витрат транспортування на місяць складе 2 610 999,33 грн., відповідно, у рік – 31 331 992,01 грн. Скориговані координати знаходяться на відстані від наявних у 64 км (рис. 4).

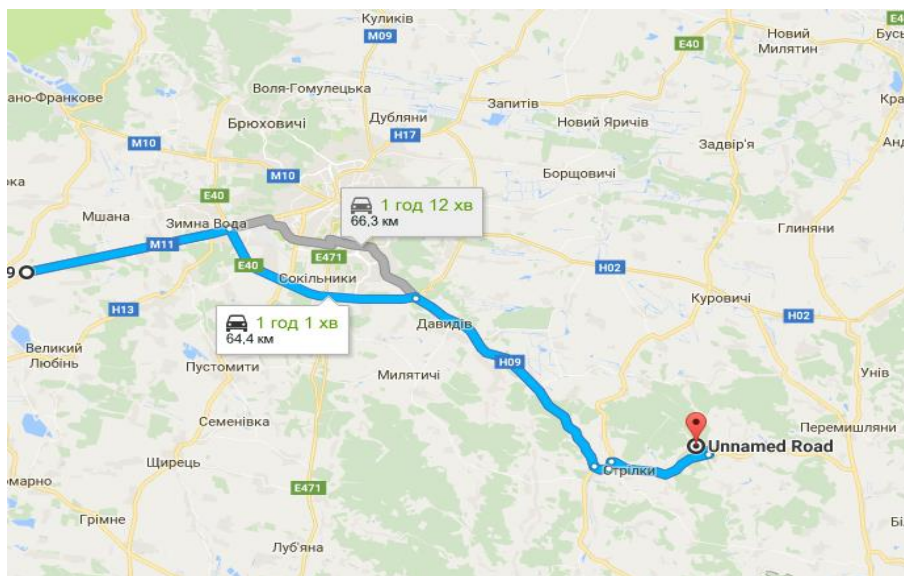


Рис. 4. Відстань від наявних координат до скоригованих у точці (261,47;163,6)

Таблиця 6

Розрахунки, пов'язані з визначенням обсягу витрат за діючого розміщення логістичного центру у м. Городок

№	Місце розташування	Загальна вага вантажу за міс., т	Загальні витрати перевезення по напрямку, грн.	X	Y	d ₃	a*k*d ₃
1	Сокільники	25,5	51,26	158	209	20	357,19
2	Львів	24,9	50,05	160	215	22,80351	74977,84
3	Тернопіль	157	273,97	273	184	137,2953	374195,12
4	Луцьк	175	289,04	248	317	154,1558	265985,95
5	Вінниця	392	595,84	484	147	351,511	635987,55
6	Мукачеве	246	446,90	65,9	59,5	165,9779	324779,51
7	Івано-Франківськ	154	309,54	212	114	120,4201	248994,01
8	Чернівці	291	485,49	305	43	235,4676	1422329,9
9	Хмельницький	269	540,69	375	169	240,3518	1127886,1
10	Стрий	88	129,65	148	151	58,85576	26951,99

247	Вигода	0,01	216,79	154	113	97,3242	174,5
248	Волиця	0,01	134,22	146	260	51,62364	69,06
249	Соломонове	0,00	550,45	25,8	59,9	186,6002	393,32
250	Івано-Франкове	0,01	32,56	137	224	15,0333	7,33
251	Добросин	0,00	101,23	146	248	39,81206	0,38
252	Журавно	0,02	144,98	179	151	71,02816	156,81
253	Солонка	0,01	41,55	158	205	20,39608	6,41
254	Старий Розділ	0,01	100,63	164	173	44,40721	26,13
Разом							10839017

Висновки. У дистрибуційних компаніях витрати транспортування становлять найбільшу частку від сукупних витрат, тому підприємствам слід приділяти особливу увагу їхній оптимізації. Поданий метод розрахунку місця локалізації дистрибуційного центру з використанням

функції витрат є альтернативним варіантом оптимізації мережі та зниження логістичних витрат. За допомогою цього методу можна отримати рішення, яке буде ефективним з точки зору особливостей функціонального призначення певного логістичного об'єкта.

Список використаних джерел:

1. Логістика: компендіум і практикум : [навч. посіб.] / [Є.В. Крикавський, Н.І. Чухрай, Н.В. Чернописька]. – К. : Кондор, 2006. – 340 с.
2. Крикавський Є.В. Логістичне управління : [підручник] / Є.В. Крикавський. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 684 с.
3. Сохацький А.В. Методика оптимізації розміщення логістичного центру / А.В. Сохацький, А.Б. Горбушина // Вісник Академії митної служби України. Серія: Технічні науки. – 2014. – № 1. – С. 27–33.
4. Kauf S. Logistyka miasta i regionu: metody ilosciowe w decyzjach przestrzennych / S. Kauf, A. Tluczak. – Warszawa : Difin SA, 2014. – 227 s.
5. Kuczynska E. Wyznaczanie lokalizacji obiektu logistycznego z zastosowaniem metody wywazonego srodka ciezkosci – stadium przypadku / E. Kuczynska, J. Ziolkowski // Biuletyn WAT. – 2012. – Vol. LXI. – Nr 3. – S. 339–351.

Аннотация. В статье представлена методика реализации метода оптимизации места расположения логистического центра, где параметром оптимизации являются издержки транспортировки. Представлен реальный пример расчета оптимального места расположения логистического центра дистрибуторской компании, рассчитана годовая экономия расходов на транспортировку при переносе логистического центра в новые координаты.

Ключевые слова: дистрибуторский центр, оптимальное место расположения, функция затрат, расходы транспортировки.

Summary. The article deals with method of optimization of logistics center localization, where the cost of transportation is the optimization parameter. A real example of the calculation of distribution company's logistics center optimal localization is presented, and the annual transportation cost savings when the logistics center is transferred to new coordinates are calculated.

Key words: distribution center, optimal location, cost function, transportation costs.