

### **3.7. Моделювання та оптимізація дистрибутивної мережі підприємства**

Зростаючі масштаби міжнародного і внутрішнього товарно-грошового обміну суттєво загострюють проблему оптимізації системи товаропросування. Відповідно активізуються наукові пошуки способів прискорення оборотності товарів, скорочення витрат обігу і безперервного забезпечення потреб сфери споживання. У такому контексті особливого значення набуває обґрунтування теоретичних засад і методологічних підходів до створення ефективної системи дистрибуції, основаної на принципах логістики для оптимізації розподілу потоків товарів і послуг між каналами реалізації в сфері товарного обігу та досягнення балансу інтересів функціонально взаємозв'язаних суб'єктів, що забезпечують дистрибуцію товарів і послуг.

Потреба проектування нової або реорганізації існуючої дистрибутивної системи може бути викликана внаслідок: зміни вподобань споживачів відносно попиту або рівня обслуговування; появою нових клієнтів; зміною товарної спеціалізації; появою нових ринків збуту; зміною форми власності або виду діяльності підприємства; зміною політики збуту; оптимізацією логістичних витрат тощо.

Відсутність фундаментальних наукових розробок, сучасних підходів, механізмів і стратегій дистрибуції призводить до значних деформацій і відсутності системності у розвитку суб'єктів дистрибутивної діяльності, що негативно впливає на функціонування споживчого ринку України. Посилюються тенденції зростання ланковості в системі товаропросування, сповільнення оборотності товарів, нагромадження надмірних товарних запасів, збільшення витрат обігу, зниження ефективності функціонування суб'єктів дистрибуції та гальмування всього процесу відтворення суспільного продукту.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

Треба зазначити, що в міру глобалізації товарних ринків, інтеграції торгівлі у міжнародні економічні зв'язки теоретичні та практичні аспекти дистрибуції набувають характеру масштабної проблеми. Світовий та український досвід сформував певну систему знань про теоретичні засади, закономірності розвитку і принципи організації дистрибуції на товарних ринках, які висвітлені в працях таких учених, як Анікін Б.О., Афанасенко І.Д., Балабанова Л. В., Германчук А.М., Гаджинський А. М., Мальчик М. В., Толчанова З. О., Міщук І. П., Крикавський Є. В. та ін [1-10].

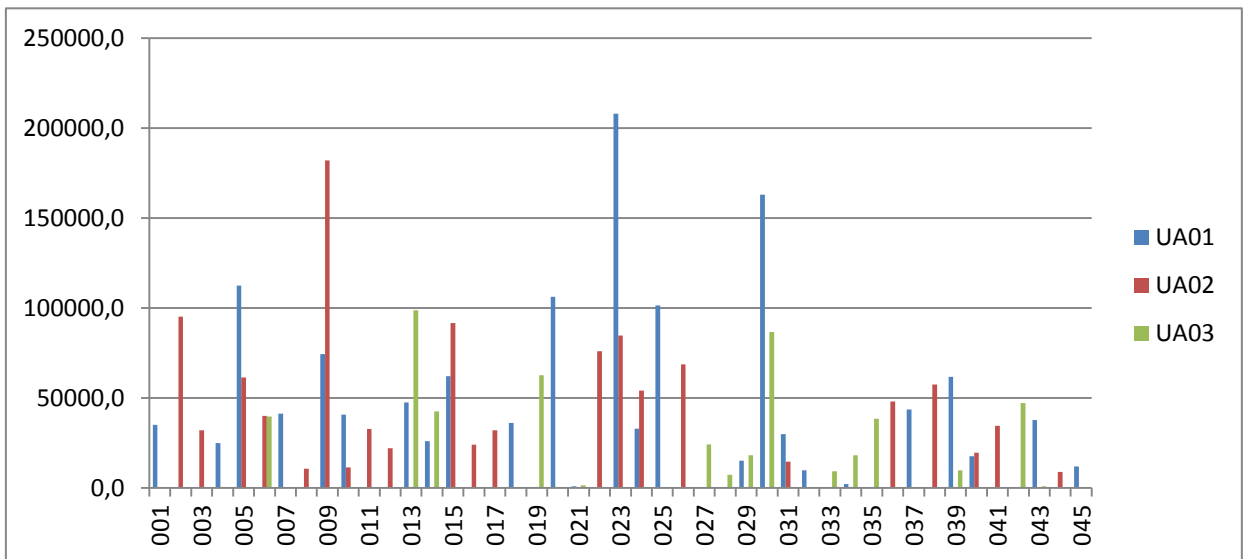
Водночас, у науковій літературі мало висвітлено фундаментальні дослідження про організаційно-управлінські аспекти дистрибуції, зокрема, недостатньо розглянуто питання стратегічного розвитку системи дистрибуції в контексті формування сучасних організаційних форм і моделей на інноваційних засадах. Означене визначило напрям, мету і завдання дослідження.

У роботі розглянуто питання моделювання та оптимізації дистрибутивної мережі на прикладі підприємства, яке займається виробництвом та оптовою торгівлею напоями. Для збереження комерційної таємниці назва підприємства не вказана. Встановлено, що логістична система підприємства являє собою сукупність основних ланок (виробничо-технологічних ланцюгів), які забезпечують виконання функцій постачання, виробництва і реалізації продукції основним споживачам. Управління логістичною діяльністю підприємства передбачає поєднання двох важливих функцій: постачання товарів від виробника та збут товарів визначеним контрагентам (суб'єктам ринку). Основою формування логістичної системи підприємства слід вважати діяльність окремого структурного підрозділу – відділу логістики. Відділ логістики є самостійним структурним підрозділом. На підприємстві проводиться аналіз за первинними та вторинними відвантаженнями, відповідно, на дистриб'юторів та ключових клієнтів та від них до споживача.

Підприємство, яке досліджувалось, належить до галузі виробництва слабоалкогольних напоїв, має три заводи, та збуває свою продукцію

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

45 дистриб'юторам. На рис. 1 на графіку наведено відвантаження продукції у гектолітрах з трьох заводів до дистриб'юторів у 2019 р. Як видно з графіку, за 2019 рік найбільш активним був дистриб'ютор 023, а по кількості виробленої продукції лідером став завод UA01. Для оптимізації роботи дистрибутивної мережі підприємства спочатку необхідно спрогнозувати попит дистриб'юторів на наступний рік. Задача прогнозування попиту полягає у визначенні об'єму продукції в грошовому чи кількісному вираженні на певні періоди часу в майбутньому.



*Рис. 1.* Відвантаження продукції у гектолітрах з заводів до дистриб'юторів у 2019 р.

Існує багато методів прогнозування, зокрема, екстраполяційні методи аналізу часових рядів є найпростішими методами прогнозування попиту на основі статистичної маркетингової інформації. У найпростішому варіанті метод екстраполяції може застосовуватися без розкладання часового ряду на компоненти, а в простому графічному поданні закономірностей зміни досліджуваного показника в ретроспективному періоді і продовження цих закономірностей в перспективі. Простота даного підходу визначає головну перевагу методів екстраполяції. Серед недоліків екстраполяційних методів слід вказати такі. В основі даних методів закладена ідея про стабільність причинно-наслідкових зв'язків і регулярності еволюції факторів

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

зовнішнього середовища, що уможливило використання екстраполяції. Зрозуміло, що такий прогноз має сенс для періоду часу, щодо якого можна припустити, що характеристики явища, яке досліджується, істотно не змінюються. Більшість прогнозних помилок пов'язано з тим, що в момент оцінювання прогнозу в явній формі вважається, що існуючі тенденції зберігаються в майбутньому, що нечасто виправдовується в реальному економічному і суспільному житті. Найчастіше, починають діяти нові стохастичні фактори, які раніше не враховувалися. Але, вищевказане не зменшує значущості екстраполяційних методів прогнозування.

Підприємство має 45 дистриб'юторів, та відомі потреби попиту з березня 2019 року по грудень 2019 року у недільному розрізі. Для кожного дистриб'ютора побудовано кілька прогнозних моделей та обрана краща за критерієм найменшої похибки. Розглядаються лише моделі, у яких середня абсолютна похибка прогнозу менше за 20%.

За проведеним аналізом було побудовано моделі, а також значення прогнозу, та середньої абсолютної похибки прогнозу (М.А.Р.Е.). На рис. 2. наведено графік поліноміального тренду прогнозування попиту дистриб'ютора 001, рівняння якого має вигляд:

$$y = -2,38x^2 + 104,23x + 160,55;$$

$$R^2 = 0,83, \text{ М.А.Р.Е.} = 13,46\% , \text{ прогнозне значення } Y^* = 31,4 \text{ (Гл)}$$

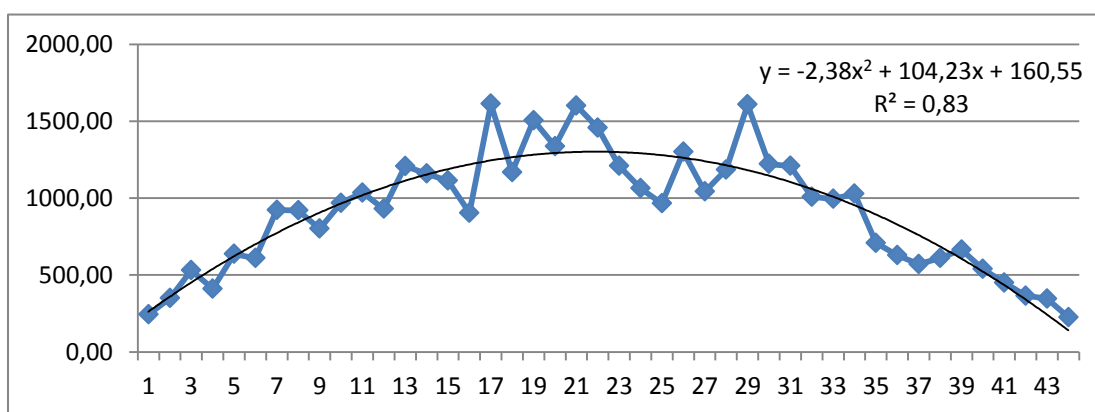


Рис. 2. Графік поліноміальної лінії тренду попиту дистриб'ютора 001

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

На рис. 3 наведено графік поліноміальної трендової лінії прогнозування попиту дистриб'ютора 002, рівняння якої має вигляд:

$$y = -5,08x^2 + 230,14x + 379,82;$$

$$R^2 = 0,75; \text{ М.А.Р.Е.} = 17,04 \%, \text{ прогнозне значення } Y^* = 449,12 \text{ (Гл)}$$

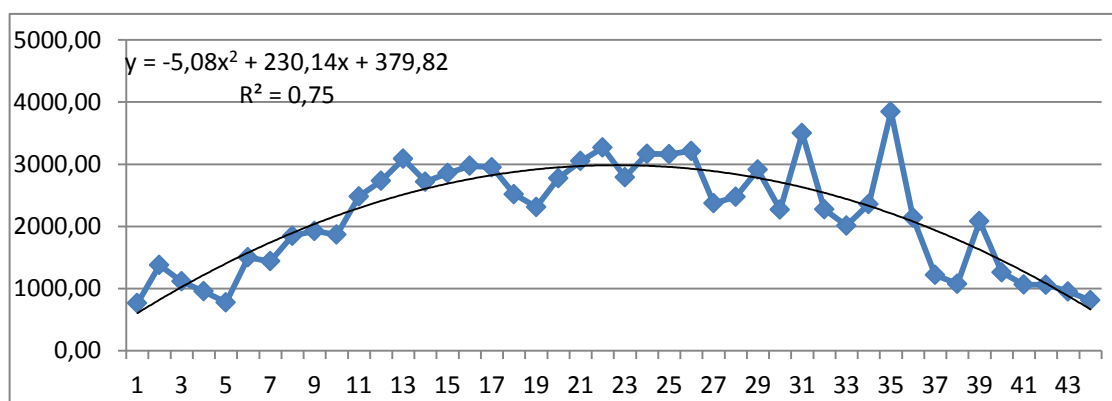


Рис. 3. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 002

На рис. 4 наведено графік поліноміальної трендової лінії прогнозування попиту дистриб'ютора 039, рівняння якої має вигляд:

$$y = -2,97x^2 + 150,61x + 447,85;$$

$$R^2 = 0,84, \text{ М.А.Р.Е.} = 9,86\%, \text{ прогнозне значення } Y^* = 1211,05 \text{ (Гл)}$$

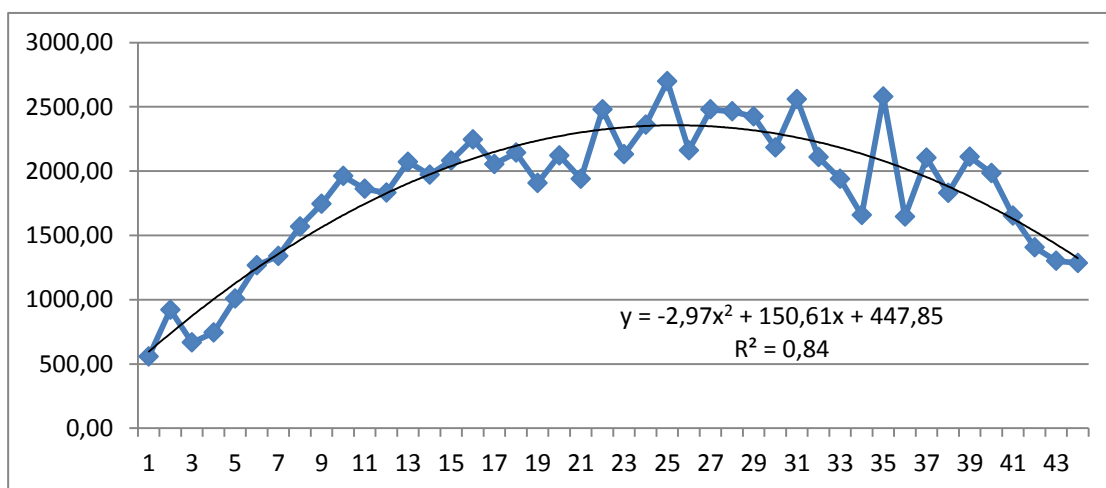


Рис. 4. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 039

На рис. 5 наведено графік лінійного тренду для прогнозування попиту дистриб'ютора 008, рівняння якого має вигляд:

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

$$y = 5,75x + 173,28;$$

$R^2 = 0,77$ ; М.А.Р.Е. = 14,50%, прогнозне значення  $Y^* = 423,03$  (Гл)

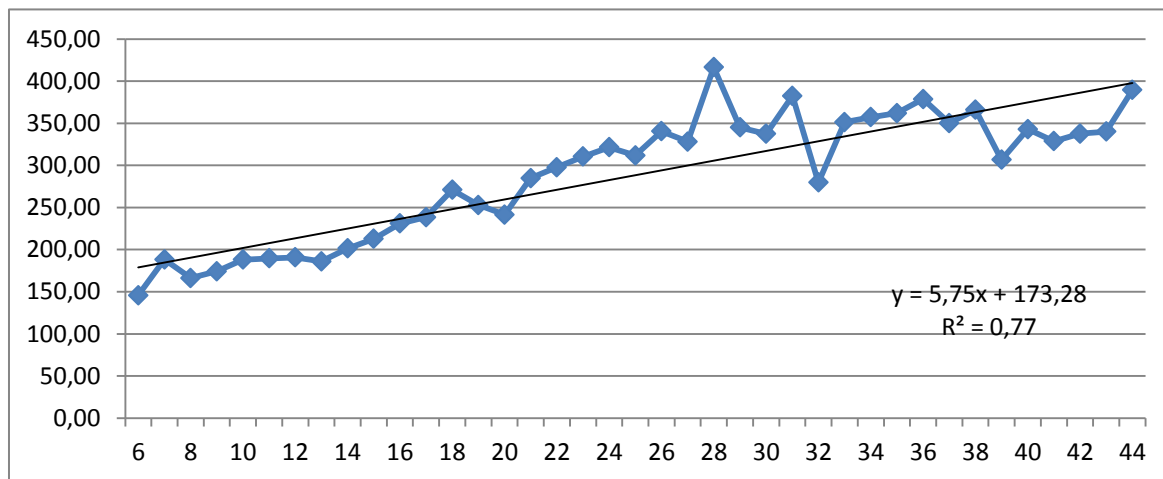


Рис. 5. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 008

На рис. 6 зображено графік логарифмічної лінії тренду для прогнозування попиту дистриб'ютора 034, рівняння якої має вигляд:

$$y = 230,53\ln(x) + 2,98;$$

$R^2 = 0,93$ ; М.А.Р.Е. = 18,37%; прогнозне значення  $Y^* = 1043,7$ (Гл)

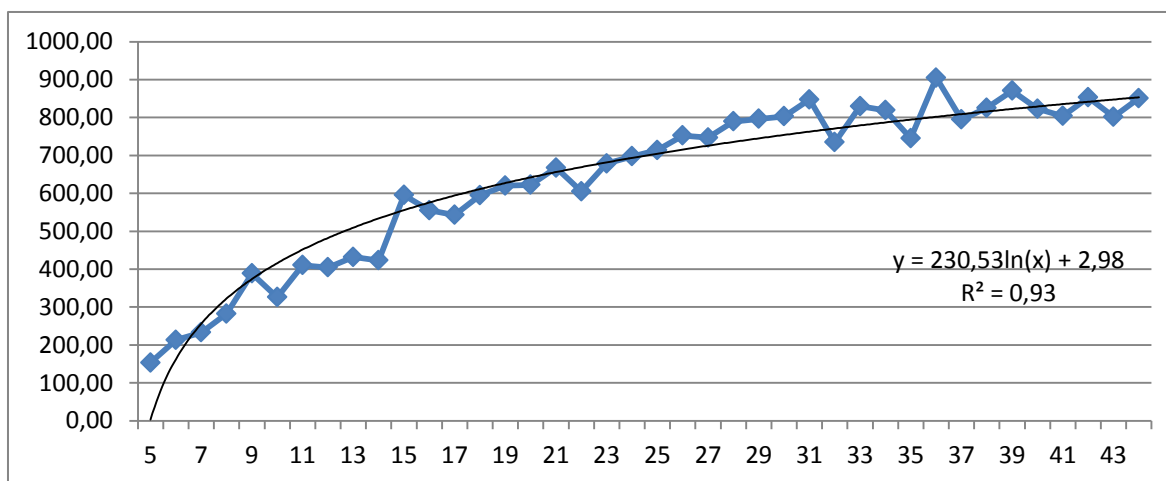


Рис. 6. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 034

На рис. 7 зображено графік експоненційно згладженого ряду відвантажень дистриб'ютору № 007, з коефіцієнтом згладжування 0,7; прогнозне значення дорівнює 1256 Гл, а М.А.Р.Е. складає 13,28 %:

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

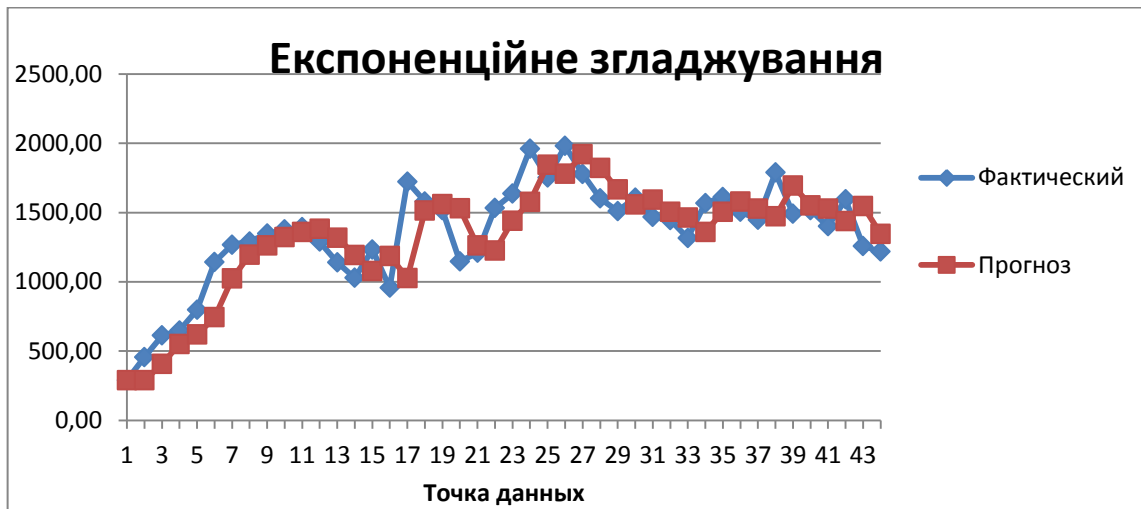


Рис. 7. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 007

На рис. 8 зображено графік експоненційно згладженого ряду відвантажень дистриб'ютору № 007, з коефіцієнтом згладжування 0,6; прогнозне значення дорівнює 1208 Гл, а М.А.Р.Е. складає 17,54 %:

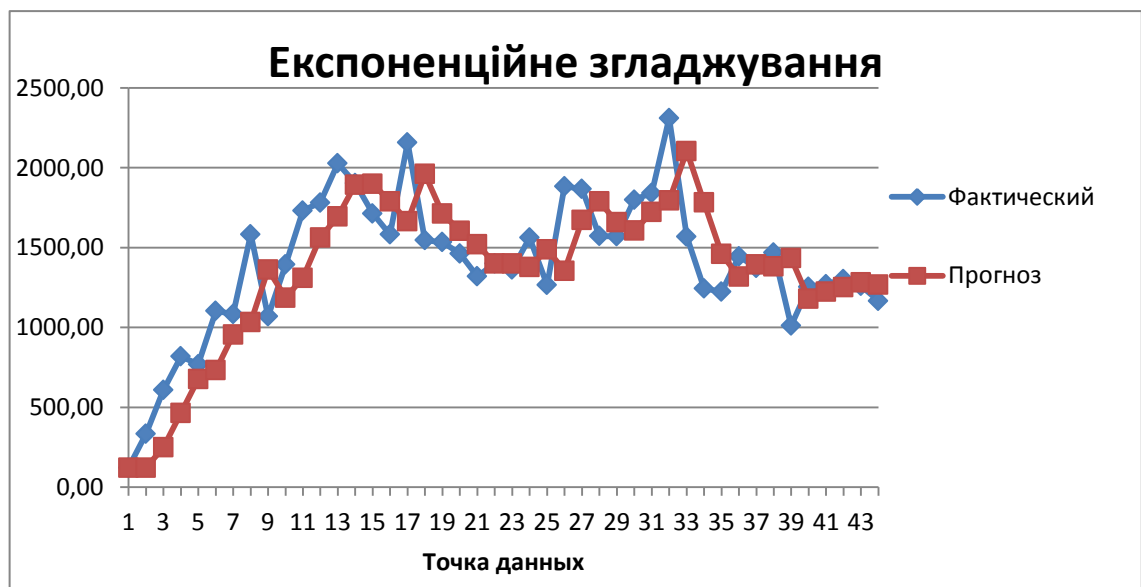


Рис. 8. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 019

Аналогічно було отримано прогнозні значення попиту інших дистриб'юторів підприємства. На основі трендових моделей було побудовано прогнозні дані для наступних дистриб'юторів: 001-006, 09-017, 020, 022-

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

027, 030, 037-045. Для дистриб'юторів 007-008, 018-019, 028-029, 031-036 були побудовані моделі експоненційного згладжування.

З метою оптимізації роботи дистрибутивної мережі підприємства було визначено оптимальний план перевезень готової продукції від заводів до дистриб'юторів на 2020 рік за допомогою транспортної задачі лінійного програмування. Запаси постачальників (заводів) визначаються на основі плану виробництва на 2020 рік. Попит споживачів (дистриб'юторів) визначено на основі побудованих прогнозних моделей.

Постановка транспортної задачі полягає у визначенні оптимального плану перевезень деякого однорідного вантажу  $m$  з пунктів відправлення  $A_1, A_2, \dots, A_m$  в пункти призначення  $B_1, B_2, \dots, B_n$ . В якості критерію оптимальності береться мінімальна вартість перевезень вантажу.

Позначимо через  $c_{ij}$  тарифи перевезення одиниці вантажу з  $i$ -го пункту відправлення в  $j$ -й пункт призначення, через  $a_i$  – запаси вантажу в  $i$ -му пункті відправлення, через  $b_j$  – потреби у вантажі в  $j$ -му пункті призначення, а через  $x_{ij}$  – кількість одиниць вантажу, що перевозиться з  $i$ -го пункту відправлення в  $j$ -й пункт призначення. Тоді математична постановка задачі набуває вигляду:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

за умов

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, & j = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, & i = \overline{1, m} \end{cases}$$
$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}.$$

Оскільки змінні  $x_{ij}$  задовольняють систему лінійних рівнянь і умову невід'ємності, то забезпечуються доставка необхідної кількості вантажу в



## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

кожен з пунктів призначення, вивезення наявного вантажу з усіх пунктів відправлення, а також виключаються зворотні перевезення.

Достатньою і необхідною умовою для вирішення транспортної задачі є рівність сумарних запасів пунктів відправлення і сумарних потреб пунктів призначення, а саме:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j.$$

Отже необхідно визначити оптимальний за критерієм мінімізації загальних транспортних витрат план постачання продукції від заводів-виробників, що належать підприємству, до дистриб'юторів. Перевіримо необхідну і достатню умову розв'язання задачі:

$$\sum a = 13788 + 14465 + 9632 = 37885$$

$$\sum b = 31,4 + 279,9 + \dots + 337,3 = 38102,16$$

Як видно, сумарна потреба вантажу в пунктах призначення більша за запаси вантажу на заводах, отже, модель вихідної транспортної задачі є відкритою, тому було введено додаткового (фіктивного) постачальника UA4\*, тарифи перевезення одиниці вантажу від фіктивного постачальника усім дистриб'юторам дорівнюють нулю. Оскільки транспортна задача вже приведена до закритої  $\sum_{i=1}^4 a_i = \sum_{j=1}^{45} b_j = 38102,16$ , то математична модель задачі матиме вигляд:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{145} = 13788, \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{245} = 14465, \\ x_{31} + x_{32} + \dots + x_{345} = 9632, \\ x_{41} + x_{42} + \dots + x_{445} = 217,16. \end{cases}$$

Економічний зміст записаних обмежень полягає в тому, що уся вироблена на заводах продукція має вивозитися до замовників повністю. Аналогічні обмеження було складено відносно замовників: продукція, що надходить до споживача, має повністю задовольняти його попит:

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} = 31,4, \\ x_{12} + x_{22} + x_{23} = 449,1, \\ \dots \\ x_{145} + x_{245} + x_{345} = 337,3. \end{cases}$$

Для розрахунку ціни перевезення напоїв, спочатку було виконано проміжні розрахунки такі як:

вага 1 Гл продукції;

вага піддонів;

місткість авто без піддонів;

середня місткість авто;

відстань між дистриб'юторами та заводами;

вартість 1 км шляху;

вартість 1 Гл за повного шлях від заводу до точки складу.

Місткість алкоголю напоїв впливає на вагу, оскільки чим більший відсоток алкоголю в напої тим він важчий (у табл. 1 наведено вагу 1 л спиртної продукції).

*Таблиця 1*

Середня вага алкогольної продукції

Місткість алкоголю, %	Вага, кг
0,5	1,006
2	1,018
3	1,026
4	1,034
4,5	1,038
5	1,041
5,5	1,045
6	1,049
6,5	1,053
7	1,056
7,5	1,06
8	1,063
Середня вага 1 л продукції	1,04075
Середня вага 1 ГЛ продукції	104,075

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

Середня вантажомісткість автомобілів, які підприємство використовує для перевезення вантажу, становить 21 тону. У машині продукція розміщена на спеціальних палетах вагою у 20 кг; місткість машини – 26 шт, тоді загальна вага піддонів складає 520 кг. У середньому вага вантажу автомобілю – 176,92 Гл. продукції. На основі цього було визначено тариф перевезень 1 км= 19,28 грн. Вартість перевезень залежить також від відстані між дистриб'ютором та заводом, з урахуванням цього було визначено вартість перевезення 1 Гл від заводу до дистриб'юторів (табл. 2).

*Таблиця 2*

Вартість перевезення 1 Гл від заводу до дистриб'юторів

№ дистри- б'ютора	Завод	Відстань, км	Ціна поїздки, грн	Ціна 1 Гл, грн
1	2	3	4	5
001	UA01	560	10796,8	61,03
002	UA02	120	2313,6	13,08
003	UA02	163	3142,64	17,76
004	UA01	693	13361,04	75,52
005	UA02	499	9620,72	54,38
005	UA01	163	3142,64	17,76
006	UA03	341	6574,48	37,16
006	UA02	237	4569,36	25,83
007	UA01	163	3142,64	17,76
008	UA02	120	2313,6	13,08
009	UA01	428	8251,84	46,64
009	UA02	163	3142,64	17,76
010	UA01	560	10796,8	61,03
010	UA02	237	4569,36	25,83
011	UA02	317	6111,76	34,55
012	UA02	765	14749,2	83,37
013	UA03	120	2313,6	13,08
013	UA01	636	12262,08	69,31
014	UA03	120	2313,6	13,08
014	UA01	636	12262,08	69,31
015	UA01	641	12358,48	69,85

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

*Продовження табл. 2*

1	2	3	4	5
015	UA02	317	6111,76	34,55
016	UA02	120	2313,6	13,08
017	UA02	120	2313,6	13,08
018	UA01	303	5841,84	33,02
019	UA03	526	10141,28	57,32
020	UA01	784	15115,52	85,44
021	UA01	630	12146,4	68,66
021	UA03	152	2930,56	16,56
022	UA02	120	2313,6	13,08
023	UA01	163	3142,64	17,76
023	UA02	499	9620,72	54,38
024	UA02	499	9620,72	54,38
024	UA01	163	3142,64	17,76
025	UA01	327	6304,56	35,64
026	UA02	1118	21555,04	121,84
027	UA03	120	2313,6	13,08
028	UA03	196	3778,88	21,36
029	UA01	163	3142,64	17,76
029	UA03	499	9620,72	54,38
030	UA01	163	3142,64	17,76
030	UA03	152	2930,56	16,56
031	UA01	163	3142,64	17,76
031	UA02	499	9620,72	54,38
032	UA01	303	5841,84	33,02
033	UA03	499	9620,72	54,38
034	UA03	336	6478,08	36,62
034	UA01	319	6150,32	34,76
035	UA03	320	6169,6	34,87
036	UA02	334	6439,52	36,40
037	UA01	163	3142,64	17,76
038	UA02	441	8502,48	48,06
039	UA03	617	11895,76	67,24
039	UA01	560	10796,8	61,03
040	UA02	897	17294,16	97,75

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
040	UA01	563	10854,64	61,35
041	UA02	163	3142,64	17,76
042	UA03	89	1715,92	9,70
043	UA01	431	8309,68	46,97
044	UA02	120	2313,6	13,08
045	UA01	564	10873,92	61,46

Загальні витрати, пов'язані з виробництвом і транспортуванням продукції, складаються як добуток обсягу перевезеної продукції та питомої вартості перевезень за відповідним маршрутом і за умовою задачі мають бути мінімальними (деякі дистриб'ютори взагалі не відвантажують продукцію з окремих заводів, отже відповідні коефіцієнти в цільовій функції будуть дорівнювати нулю):

$$Z = 61,0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 75,5 \cdot x_{13} + \dots + 13,1 \cdot x_{22} + 17,8 \cdot x_{23} + \dots + 0 \cdot x_{345} \rightarrow \min.$$

У транспортній задачі є додаткові обмеження, оскільки деякі дистриб'ютори взагалі не відвантажують продукцію з окремих заводів, витрати (у гривнях) на перевезення одного Гл продукції подано на рис. 10.

Для зручності усі обмеження також подано у вигляді матриці, фрагмент якої наведено на рис. 9.

Пропускні можливості	001	002	003	004	005	006
UA01	38102,2	0,0	0,0	38102,2	38102,2	0,0
UA02	0,0	38102,2	38102,2	0,0	38102,2	38102,2
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38102,2
UA04*	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2

Рис. 9. Фрагмент матриці обмежень

Пошук оптимального плану перевезень продукції від заводів-виробників до дистриб'юторів було здійснено за допомогою інструменту "Пошук рішення" Excel. Результати наведено на рис. 11.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

Пункт відправлення	001	002	003	004	005	006	007	008
UA01	61,0			75,5	17,8		17,8	
UA02		13,1	17,8		54,4	25,8		13,1
UA03						37,2		
Потреби	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0

Пункт відправлення	009	010	011	012	013	014	015	016
UA01	46,6	61,0			69,3	69,3	69,9	
UA02	17,8	25,8	34,5	83,4			34,5	13,1
UA03					13,1	13,1		
Потреби	1565,7	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8

Пункт відправлення	017	018	019	020	021	022	023	024
UA01		33,0		85,4	68,7		17,8	17,8
UA02	13,1					13,1	54,4	54,4
UA03			57,3		16,6			
Потреби	82,1	577,6	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0

Пункт відправлення	025	026	027	028	029	030	031	032
UA01	35,6				17,8	17,8	17,8	33,0
UA02		121,8					54,4	
UA03			13,1	21,4	54,4	16,6		
Потреби	603,8	1023,1	125,4	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4

Пункт відправлення	033	034	035	036	037	038	039	040
UA01		34,8			17,8		61,0	61,4
UA02				36,4		48,1		97,8
UA03	54,4	36,6	34,9				67,2	
Потреби	0,0	1043,8	272,7	663,9	288,7	488,5	1211,1	477,0

Пункт відправлення	041	042	043	044	045	Запаси	
UA01			47,0		61,5	13788	
UA02	17,8			13,1		14465	
UA03		9,7				9632	
Потреби	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3	Разом	38102,16
						37885	

*Рис. 10.* Транспортні тарифи, запаси та потреби

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

План перевезень	001	002	003	004	005	006	007	008	009
UA01	31,4	0,0	0,0	319,4	0,0	0,0	1255,9	0,0	0,0
UA02	0,0	449,1	246,7	0,0	1810,9	625,8	0,0	432,0	1565,7
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0	1565,7
Попит	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0	1565,7

План перевезень	010	011	012	013	014	015	016	017	018
UA01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	577,6
UA02	279,9	465,6	931,1	0,0	0,0	1814,0	268,8	82,1	0,0
UA03	0,0	0,0	0,0	4193,5	1239,8	0,0	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8	82,1	577,6
Попит	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8	82,1	577,6

План перевезень	019	020	021	022	023	024	025	026	027
UA01	0,0	1133,8	0,0	0,0	1407,7	0,0	603,8	0,0	0,0
UA02	0,0	0,0	0,0	471,3	0,0	1570,0	0,0	1023,1	0,0
UA03	1207,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,4
UA04*	0,0	217,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0	603,8	1023,1	125,4
Попит	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0	603,8	1023,1	125,4

План перевезень	028	029	030	031	032	033	034	035	036
UA01	0,0	2323,2	701,6	2141,5	177,4	0,0	1043,8	0,0	0,0
UA02	0,0	0,0	0,0	460,7	0,0	0,0	0,0	0,0	663,9
UA03	165,9	0,0	2387,2	0,0	0,0	0,0	0,0	272,7	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4	0,0	1043,8	272,7	663,9
Попит	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4	0,0	1043,8	272,7	663,9

План перевезень	037	038	039	040	041	042	043	044	045
UA01	288,7	0,0	1211,1	0,0	0,0	0,0	233,8	0,0	337,3
UA02	0,0	488,5	0,0	477,0	226,4	0,0	0,0	112,6	0,0
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	288,7	488,5	1211,1	477,0	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3
Попит	288,7	488,5	1211,1	477,0	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3

*Рис. 11. Оптимальна кількість вантажу для перевезення*

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

---

Цільова функція склала 1317932 грн. – мінімальна вартість перевезень продукції від заводів до дистриб'юторів. Отриманий розв'язок дає можливість підприємству знайти оптимальний план перевезень та мінімізувати витрати на перевезення продукції від заводів-виробників до дистриб'юторів, задовольняючи їх попит. Це підвищує ефективність дистрибутивної мережі підприємства.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Аникин Б.А. Коммерческая логистика. Учебник / Б.А. Аникин. – М.: Проспект, 2017. – 287 с.
2. Афанасенко И. Д. Логистика снабжения / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – М. : Питер, 2017. – 336 с.
3. Балабанова Л.В. Логістика / Л.В. Балабанова, А.М. Германчук. - Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. – 458 с.
4. Гаджинский А.М. Логистика / А.М. Гаджинский. – М. :Дашков и К, 2017. – 420 с.
5. Мальчик М. В. Логістична діяльність промислового підприємства в його маркетинговій політиці / М. В. Мальчик, З. О. Толчанова // Наукові записки [Національного університету "Острозька академія"]. Сер. : Економіка. – 2013. – Вип. 21. – С. 68-70.
6. Мальчик М.В. Інноваційний потенціал вітчизняної харчової промисловості / М.В. Мальчик, О.В. Попко // Інструменти та методи комерціалізації інноваційної продукції: монографія / за ред. д.е.н., професора Ілляшенка С.М., к.е.н., доц. Біловодської О.А. – Суми : Триторія, 2018. – С.286-300.
7. Міщук І. П. Сутність та характеристика системи логістики підприємства / І. П. Міщук // Торгівля, комерція, підприємництво. – 2015. – Вип. 19. – С. 72-76.
8. Муромец Н.Б. Пути сокращения логистических расходов на осуществление грузовых перевозок: [опыт ведущих отечественных автоперевозчиков] / Н.Б. Муромец // Логистика: проблемы и решения. – 2006. – № 4. – С. 70–73.
9. Крикавський Є. Логістика для економістів / Є. Крикавський – Л. : Вид-во 82 «Львівська політехніка». – 2004. – С. 265–303.
10. Просветов Г. И. Математические методы в логистике / Г.И. Просветов. – М. : Альфа-пресс, 2017. – 304 с.