

У статті розроблено математичну модель вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару до дистриб'ютора. Показано, що дана модель дозволяє вибрати економічно вигідних для торговельної організації постачальників товару з урахуванням витрат на доставку

Ключові слова: математична модель, багатокритеріальність, товарні запаси, управлінське рішення

В статье разработана математическая модель выбора поставщиков товаров, объемов закупки и типов транспортных средств для доставки товара до дистрибьютора. Показано, что данная модель позволяет выбрать экономически выгодных для торговой организации поставщиков товара с учетом расходов на доставку

Ключевые слова: математическая модель, многокритериальность, товарные запасы, управленческое решение

In the article develop mathematical model selection of suppliers goods, purchase volumes and types of vehicles to deliver goods to the distributor. It is shown that this model allows select cost-effective for commercial suppliers of goods including shipping

Key words: mathematical model, inventory, management decision

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ТОВАРІВ, ОБ'ЄМІВ ЗАКУПІВЛІ ТА ТИПІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ТОВАРУ ДО ДИСТРИБ'ЮТОРА

Л.І. Нефьодов

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

Д.О. Маркозов

Асистент*

*Кафедра автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

Контактний тел.: (057) 738-77-92

1. Вступ

Складність, невизначеність, велика кількість протирічних соціальних і економічних факторів, а також обмеження та недостатня повнота інформації призводять до того, що існуючі математичні моделі управління багатомономенклатурним запасом (УБЗ) не дозволяють оперативної і з необхідною точністю приймати ефективні управлінські рішення.

У зв'язку із цим, постає проблема розробки та впровадження в роботу торговельної організації адекватної сучасним вимогам математичної моделі вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару до дистриб'ютора.

2. Аналіз публікацій

Зважаючи на важливість проблеми управління запасами для будь-якого торговельного або промислового підприємства, аналізу таких напрямків роботи організації, як обґрунтування вибору постачальників, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товарів присвячені праці багатьох учених [1 - 7].

Разом із тим, аналіз наукових публікацій свідчить, що названі проблеми далекі від вичерпного вирішення,

а отже дослідження різних аспектів процесу управління багатомономенклатурним запасом в умовах ринкових відносин, яким притаманні ризик та невизначеність, є актуальними як з теоретичного, так і з практичного погляду.

3. Мета і постановка задачі

Метою даного дослідження є підвищення ефективності роботи торговельної організації за рахунок розробки та впровадження математичної моделі вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару до дистриб'ютора. Результатом використання даної математичної моделі буде визначення варіантів доставки необхідних об'ємів товарів від економічно вигідних постачальників із застосуванням мінімальної кількості вантажівок, що в свою чергу дозволить мінімізувати витрати, а отже підвищить прибуток підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати сутність проблеми управління товарними запасами; розглянути існуючі моделі і методи вибору постачальників товарів та маршрутів їх доставки; розробити математичну модель вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі

та типів транспортних засобів для доставки товару до дистриб'ютора.

4. Модель вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару

Ефективність роботи торговельного підприємства значною мірою залежить від вибору постачальників та врахування оптимальних об'ємів і типів транспортних засобів для доставки товару.

Для побудови математичної моделі, за допомогою якої можна розрахувати зазначені вище вимоги, що забезпечують конкурентоспроможність та прибуткову діяльність підприємства, введемо наступні позначення:

- деяка множина територіально розподілених постачальників $j = \overline{1, M}$;
 - деяка множина видів товару $i = \overline{1, N}$, які відрізняються за об'ємними і вартісними показниками;
 - деяка множина видів машин $k = \overline{1, r}$, які відрізняються об'ємними, ваговими і вартісними показниками;
 - загальний попит на товари і-го типу S_i у заданий період часу;
 - кількість наявного товару і-го типу у j-го постачальника b_{ij} ;
 - кількість закупленого товару і-го типу у j-го постачальника x_{ij} ;
 - об'ємні показники одиниці товару і-го типу V_i ;
 - вартість перевезення товару d_{kj} однією машиною k-го виду від j-го постачальника до дистриб'ютора;
 - об'єм вантажного відсіку однієї машини k-го виду T_k ;
 - кількість машин k-го виду y_{kj} , що перевозять товар від j-го постачальника до дистриб'ютора;
 - вартість одиниці товару і-го типу у j-го постачальника c_{ij} ;
 - вартість палива c_k^p та об'єм палива V_k^p , що споживає машина k-го виду на 100 кілометрів пробігу;
 - загальна кількість наявних машин k-го виду L_k для перевезення всього товару;
 - вантажопідйомність однієї машини k-го виду TA_k ;
 - вагові показники одиниці товару і-го типу Q_i .
- Постає завдання визначити:
- Постачальників для закупівлі необхідного товару.
 - Об'єм закупівлі товару у кожного з постачальників.
 - Типи транспортних засобів та їх кількість.

Для вирішення поставленого завдання, спочатку розглянемо задачу вибору постачальників та об'єму закупівлі необхідного товару у кожного з них. Для вибору оптимального плану закупівлі будемо використовувати наступний критерій мінімізації загальної вартості товару:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij} x_{ij} \tag{1}$$

Тоді множина допустимих значень визначається наступними обмеженнями:

- сумарна кількість закупленого товару і-го типу у всіх постачальників має дорівнювати його попиту:

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} = S_i ; \tag{2}$$

- кількість закупленого товару і-го типу у j-го постачальника має бути менше або дорівнювати наявному товару даного типу у постачальника:

$$x_{ij} \leq b_{ij}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}; \tag{3}$$

- загальні витрати на закупівлю товару не повинні перевищувати заданого бюджету:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij} x_{ij} \leq c^{\text{задан}} \tag{4}$$

- кількість закупленого товару і-го типу у j-го постачальника повинна бути цілочисельною:

$$x_{ij} = \text{int} . \tag{5}$$

Після рішення задачі вибору постачальників та об'єму закупівлі необхідного товару у кожного з них (1) - (5), розглянемо задачу доставки товарів до дистриб'ютора з вибором типів транспортних засобів. Для вибору оптимального плану будемо використовувати наступний критерій мінімізації загальної вартості доставки:

$$\min \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^M d_{kj} y_{kj} , \tag{6}$$

$$d_{kj} = Z_{\text{вод}} + Z_{\text{експ}} + (c_k^p \times V_k^p \times m_j)$$

де $Z_{\text{вод}}$ - заробітна плата водія;
 $Z_{\text{експ}}$ - заробітна плата експедитора;
 m_j - відстань від дистриб'ютора до постачальника.

Нехай 0_{ij} - результат отриманий в наслідок рішення задачі (1) - (5). Тоді система обмежень для завдання доставки товарів буде мати вигляд:

- сумарний об'єм закупленого товару у j-го постачальника, не повинен перевищувати 90% об'єму вантажного відсіку відправлених до нього машин k-го виду:

$$\sum_{i=1}^N V_i a_{ij} \leq 0,9 \sum_{k=1}^r T_k y_{kj}, j = \overline{1, M}; \tag{7}$$

- сумарна вага закупленого товару у j-го постачальника, не повинна перевищувати 90% вантажопідйомності відправлених до нього машин k-го виду:

$$\sum_{i=1}^N Q_i a_{ij} \leq 0,9 \sum_{k=1}^r TA_k y_{kj}, j = \overline{1, M}; \tag{8}$$

- загальна кількість вантажних автомобілів, що відправлені до всіх постачальників, не повинна перевищувати наявної кількості:

$$\sum_{j=1}^M y_{kj} \leq L_k . \tag{9}$$

Таблиця 1

Номенклатура товару та попит на нього у заданий період часу

Номер товару	Назва товару	Прогноз попиту (ящ.)	Залишки на складі (ящ.)	Кількість замовлення (ящ.)
1	Шоколад Корона чорний без додатків 100г	561	35	526
2	Шоколад Корона чорний з цілим лісовим горіхом 100г	510	29	481
3	Шоколад Корона чорний з цілим лісовим горіхом 200г	367	17	350
4	Шоколад Корона чорний з горіхом 100г	523	34	489
5	Шоколад Корона чорний з родзинками 100г	488	28	460
6	Шоколад Корона чорний з родзинками та горіхом 100г	395	38	357
7	Шоколад Корона молочний без додатків 100г	574	27	547
8	Шоколад Корона молочний з цілим лісовим горіхом 100г	498	24	474
9	Шоколад Корона молочний з цілим лісовим горіхом 200г	387	21	366
10	Шоколад Корона молочний з горіхом 100г	486	32	454
11	Шоколад Корона молочний з родзинками 100г	430	14	416
12	Шоколад Корона молочний з родзинками та горіхом 100г	403	17	386
13	Шоколад Корона чорний без додатків 50г	217	12	205
14	Шоколад Корона молочний без додатків 50г	239	26	213
15	Шоколад Корона, кава 100г	328	19	309
16	Шоколад Корона, горіх 100г	341	16	325
17	Шоколад Корона, шоколад 100г	344	28	316
18	Шоколад Корона, коньяк 100г	286	15	271
19	Молочний шоколад Корона, кокосовий ром 100г	260	12	248
20	Молочий шоколад Корона, лікер Айріш Крім 100г	269	11	258
21	Шоколад Мілка без додатків 80г	348	17	331
22	Шоколад Мілка з горіхом 80г	356	22	334
23	Шоколад Мілка з родзинками та горіхом 80г	382	27	355
24	Шоколад Мілка грильяз з мигдалем 80г	347	25	322
25	Шоколад Мілка без додатків 15г	183	14	169
26	Шоколад Мілка з цілим мигдалем 200г	287	19	268
27	Шоколад Мілка М-Джой без додатків 70г	314	21	293
28	Шоколад Мілка М-Джой з цілим лісовим горіхом 70г	309	12	297
29	Шоколад Мілка М-Джой з цілим мигдалем 70г	292	23	269
30	Шоколад Мілка М-Джой з арахісом та пластівцями 70г	283	17	266

Отже, ми послідовно вирішили завдання вибору постачальників, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару від постачальника до дистриб'ютора.

Однак, застосування узагальної математичної моделі дозволить вирішити ці два завдання разом, що дасть більший економічний ефект. У цьому випадку узагальнений критерій мінімізації витрат буде мати наступний вигляд:

$$\min(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}x_{ij} + \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^M d_{kj}y_{kj}) \quad (10)$$

Тоді множина допустимих значень визначається обмеженнями (2) - (5) і (9), а обмеження (7) та (8) матиме вигляд:

$$\sum_{i=1}^N V_i x_{ij} \leq 0,9 \sum_{k=1}^r T_k y_{kj}, \quad j = \overline{1, M}. \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^N Q_i x_{ij} \leq 0,9 \sum_{k=1}^r T A_k y_{kj}, \quad j = \overline{1, M}. \quad (12)$$

Оптимізаційні задачі (1) - (5), (6) - (9) та (10) - (12) відносяться до загальних задач лінійного програмування. Точніше, з огляду на умову (5), до задач цілочисельного лінійного програмування.

Для вирішення задач лінійного програмування існує велика кількість методів. Найбільш поширеним з них є графічний метод, метод простого перебору, і симплекс-метод. Відомо, що час виконання завдання методом повного перебору при розмірності завдання більше шести перевищує час виконання завдання симплекс-методом і зростає у факторіальній залежності. Тому у нашому випадку необхідно використовувати симплекс-метод.

У той же час рішення, отримане симплекс-методом, може виявитися нецілочисельним. У цьому випадку будемо використовувати метод відсікань Гоморі для знаходження по нецілочисельному оптимальному рішенню цілочисельне, використовуючи розроблене нами програмне забезпечення MSale.

Для перевірки розробленої математичної моделі, розглянемо приклад вибору постачальників та об'ємів закупівлі товарів у кожного з них, врахувавши при цьому необхідну кількість транспортних засобів для доставки товарів.

Після проведеного аналізу були отримані наступні дані: необхідна дистриб'ютору номенклатура товару та попит на нього у заданий період часу; перелік наявних у дистриб'ютора транспортних засобів та їх технічні характеристики; наявні постачальники та кількість у них товару; вартість одиниці товару у різних постачальників; відстані між постачальниками та дистриб'ютором. Крім того, задані обмеження на загальну вартість товару, сумарну кількість закупленого товару, типу та технічних характеристик транспортних засобів.

Спочатку проілюструємо рішення задач (1) - (9) для випадку, коли існує чотири постачальника, що мають 30 типів товарів, а дистриб'ютор може застосувати для перевезення товарів 5 типів машин. Отже, номенклатура необхідного дистриб'ютору товару та розмір загального попиту на нього відомі (табл. 1).

Тепер, для розрахунку сумарної ваги і об'єму товарів, потрібно отримати дані по всім типорозмірам оди-

ниці товару, що необхідно перевезти. Дана інформація представлена у табл. 2.

Таблиця 2

Типорозміри одного ящика продовольчих товарів

№ товару	Вага, (кг)	Ширина, (м)	Висота, (м)	Довжина, (м)	Об'єм (м ³)
1	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
2	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
3	2	0,15	0,10	0,27	0.0041
4	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
5	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
6	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
7	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
8	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
9	2	0,15	0,10	0,27	0.0041
10	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
11	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
12	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
13	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
14	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
15	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
16	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
17	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
18	2.5	0,23	0,15	0,3	0.0104
19	3	0,23	0,15	0,3	0.0104
20	3	0,23	0,15	0,3	0.0104
21	2,4	0,15	0,1	0,36	0.0054
22	2,4	0,15	0,1	0,36	0.0054
23	2,4	0,15	0,1	0,36	0.0054
24	2,4	0,15	0,1	0,36	0.0054
25	2,7	0,23	0,15	0,3	0.0104
26	2	0,15	0,10	0,27	0.0041
27	1,6	0,23	0,15	0,3	0.0104
28	1,6	0,23	0,15	0,3	0.0104
29	1,6	0,23	0,15	0,3	0.0104
30	1,6	0,23	0,15	0,3	0.0104

Отримана інформація порівнюється із даними про загальний об'єм та вантажопідйомність наявних у дистриб'ютора автомобілів. Перелік наявних у підприємства транспортних засобів та їх технічні характеристики представлені у табл. 3.

Таблиця 3

Перелік наявних у дистриб'ютора транспортних засобів та їх технічні характеристики

	ГАЗ 3302 Газель	ГАЗ 3302 М Газель	ЗИЛ 5301 Бичок	ТАТА LPT 613	MAN TGA 18.430 LX TS D 20
Вантажопідйомність, тонн	1,5	3	3,8	3,7	20
Розміри кузова, м х м х м	3x2x x1,5	3x2x x1,5	3,8x2,2x x2,1	5,4x2,3x x2,2	13,6x2,5x x2,6
Об'єм кузова, м ³	9	9	17,56	28,57	88,4
Споживання пального, 100км/л	19	21	17	18	34
Марка пального	А-92	А-92	ДТ	ДТ	ДТ
Вартість пального, грн	10,45	10,45	9,85	9,85	9,85

Треба також проаналізувати наявність необхідного для дистриб'ютора товару у різних постачальників. Перелік постачальників та їх адреси представлені у таблиці 4, а кількість наявного у них товару – у табл. 5.

Таблиця 4

Перелік постачальників та їх адреси

Номер постачальника	Постачальник	Адреса постачальника
1	ТОВ фірма Брістоль	м. Мелітополь, пр. Хмельницького, 40
2	ТОВ фірма Віконт	м. Луганськ, вул. Полевая, 83
3	ТОВ Восток	м. Дніпропетровськ, вул. Алмазна, 1
4	ТОВ Дельта	м. Кривий Ріг, просп. Миру, 91

Таблиця 5

Кількість наявного товару у постачальників

Номер товару	Постачальник №1 (ящ.)	Постачальник №2 (ящ.)	Постачальник №3 (ящ.)	Постачальник №4 (ящ.)
1	580	205	302	495
2	430	203	287	573
3	210	197	428	564
4	340	153	580	270
5	208	197	532	489
6	107	431	571	191
7	490	240	402	125
8	435	267	490	183
9	320	426	498	76
10	478	165	564	43
11	500	70	541	90
12	210	76	309	475
13	102	309	368	411
14	179	237	413	386
15	150	407	71	348
16	170	424	53	256
17	309	102	87	214
18	255	76	243	370
19	290	54	329	418
20	178	63	411	267
21	130	480	255	384
22	90	416	186	521
23	53	395	159	412
24	20	386	137	200
25	70	452	93	212
26	215	360	12	340
27	180	321	15	372
28	156	250	11	299
29	98	180	34	330
30	62	134	41	348

Потім аналізується вартість одиниці товару у кожного постачальника, та обирається той із них, у якого вартість одиниці товару мінімальна. Вартість одиниці товару у кожного постачальника відома (табл. 6).

Таблиця 6

Вартість одиниці товару у різних постачальників

Номер товару	Постачальник №1 (грн.)	Постачальник №2 (грн.)	Постачальник №3 (грн.)	Постачальник №4 (грн.)
1	106,5	109,5	112,5	108
2	106,5	109,5	112,5	108
3	115	120	110	112,5
4	105	120	112,5	108
5	105	120	112,5	108
6	105	120	112,5	108
7	105	120	112,5	108
8	105	120	112,5	108
9	110	115	105	107,5
10	105	120	112,5	108
11	105	120	112,5	108
12	105	120	112,5	108
13	120	114	105	123
14	120	114	105	123
15	105	106,5	103,5	108
16	105	106,5	103,5	108
17	105	106,5	103,5	108
18	105	106,5	103,5	108
19	105	106,5	103,5	108
20	105	106,5	103,5	108
21	135	142,5	138	145,5
22	135	142,5	138	145,5
23	135	142,5	138	145,5
24	135	142,5	138	145,5
25	198	216	189	207
26	115	120	110	112,5
27	110	125	123	119
28	110	125	123	119
29	110	125	123	119
30	110	125	123	119

Заробітну плату водіїв і витрати на обслуговування вантажівок будемо вважати постійними величинами, так як вони не залежать від постачальників товару. Тому потрібно зосередитися на розрахунку спожитого вантажівками палива, кількість якого залежить від подоланої автомобілем відстані, витрат палива на 100 кілометрів та ціни за літр на дану марку палива.

Для розрахунку подоланої відстані, необхідно використати дані про відстані до постачальників товару, що представлені у табл. 7.

Таблиця 7

Відстань між постачальниками та дистриб'ютором

	Постачальник №1 (км.)	Постачальник №2 (км.)	Постачальник №3 (км.)	Постачальник №4 (км.)
Дистриб'ютор	420	326	218	364

З урахуванням даних представлених у таблицях 3 та 7, можна розрахувати вартість перевезення товару

d_{kj} однієї машиною k-го виду від j-го постачальника до дистриб'ютора. Дані проведених розрахунків представлені у табл. 8.

Таблиця 8

Вартість перевезення товару d_{kj}

Вантажівка	Постачальник №1 (грн.)	Постачальник №2 (грн.)	Постачальник №3 (грн.)	Постачальник №4 (грн.)
ГАЗ 3302 Газель	1867,82	1494,55	1065,68	1645,44
ГАЗ 3302М Газель	2043,38	1630,81	1156,8	1797,6
ЗИЛ 5301 Бичок	1606,58	1291,77	930,08	1419,04
TATA LPT 613	1689,32	1356	973,03	1490,74
MAN TGA 18.430 LX TS D 20	3063,16	2433,55	1710,16	2688,07

У результаті розрахунку завдання (1) - (5) по методу Гоморі, враховуючи дані з таблиць 1, 2, 4, 5 отримуємо інформацію про кількість закупівлі товару у кожного постачальника (табл. 9).

Таблиця 9

План закупівлі товару i-го типу у j-го постачальника x_{ij}

Номер товару	Постачальник №1 (ящ.)	Постачальник №2 (ящ.)	Постачальник №3 (ящ.)	Постачальник №4 (ящ.)
1	526	0	0	0
2	430	0	0	51
3	0	0	350	0
4	340	0	0	149
5	208	0	0	252
6	107	0	59	191
7	490	0	0	57
8	435	0	0	39
9	0	0	366	0
10	454	0	0	0
11	416	0	0	0
12	210	0	0	176
13	0	0	205	0
14	0	0	213	0
15	150	88	71	0
16	170	102	53	0
17	229	0	87	0
18	28	0	243	0
19	0	0	248	0
20	0	0	258	0
21	130	0	201	0
22	90	58	186	0
23	53	143	159	0
24	20	165	137	0
25	70	0	93	6
26	0	0	12	256
27	180	0	0	113
28	156	0	0	141
29	98	0	0	171
30	62	0	0	204

Тепер можна розрахувати загальні витрати на закупівлю товарів, які складають 1165745,5 грн.

Таблиця 10

План закупівлі товару і-го типу у j-го постачальника x_{ij} при використанні критерію (10):

Номер товару	Постачальник №1 (ящ.)	Постачальник №2 (ящ.)	Постачальник №3 (ящ.)	Постачальник №4 (ящ.)
1	526	0	0	0
2	430	0	0	51
3	0	0	350	0
4	340	0	0	149
5	208	0	0	252
6	107	0	59	191
7	490	0	0	57
8	435	0	0	39
9	0	0	366	0
10	454	0	0	0
11	416	0	0	0
12	210	0	0	176
13	0	0	205	0
14	0	0	213	0
15	150	0	71	88
16	170	0	53	102
17	229	0	87	0
18	28	0	0	243
19	151	0	97	0
20	178	0	0	80
21	130	0	201	0
22	90	0	186	58
23	53	0	159	143
24	20	0	137	165
25	70	0	93	6
26	0	0	0	268
27	180	0	0	113
28	156	0	0	141
29	98	0	0	171
30	62	0	0	204

За рішенням завдання (1) - (5), яке представлено у табл. 9, складаємо обмеження для задачі (6) - (9), а саме: елементи табл. 8 є коефіцієнтами в обмеженнях (7) - (8).

При цьому в обмеженнях (9) ми припускаємо, що кількість машин, що направляються постачальникам, кожного типу не більше 5. Задачу (6) - (9) з даними з таблиць 3, 6, 8 знову вирішуємо методом Гоморі.

Отримуємо наступний результат: до першого постачальника слід направити одну машину типу MAN TGA; до другого - одну машину типу ЗИЛ 5301; до третього і четвертого по одній машині типу ТАТА LPT. При цьому витрати дистриб'ютора на доставку

товарів складуть 6818,7 грн, а загальні витрати на закупівлю і доставку, 1172564,2 грн.

Тепер проілюструємо роботу узагальненого критерію на прикладі, наведеному вище. Розрахунки цього прикладу по методу Гоморі з використанням критерію (10), дозволили отримати дані про кількість закупівлі товару у кожного постачальника (табл. 10).

Проведені розрахунки свідчать, що витрати на закупівлю товарів складуть 1166473,8 грн., що на 728,3 грн. більше попереднього рішення. При цьому план доставки виглядає таким чином: першому постачальнику необхідно направити одну машину типу MAN TGA, другому - ні однієї машини, а третьому і четвертому - по одній машині типу ТАТА LPT. При цьому витрати на доставку становлять 5526,93 грн., що на 1291,77 грн. менше попереднього рішення.

Загальні витрати на закупівлю і доставку товарів, що отримані на основі узагальненої моделі, становлять 1172000,73 грн., що на 563,47 грн. менше, ніж результати отримані при застосуванні попередньої моделі.

Крім того, слід враховувати, що у даному прикладі розраховані витрати дистриб'ютора лише на закупівлю товарів на один тиждень. Тому загальний прибуток торговельної організації за рік складе 29-300,65 грн.

5. Висновки

Таким чином, проведені розрахунки показали, що використання розробленої математичної моделі вибору постачальників, об'ємів закупівлі та типів транспортних засобів для доставки товару до дистриб'ютора дозволяє підвищити ефективність системи управління товарними і фінансовими ресурсами, дає можливість зменшити загальні витрати на УБЗ та скоротити час на прийняття управлінських рішень.

Перспективою подальшого дослідження є розробка програмного забезпечення яке дозволить автоматизувати процес складання маршрутних листів для перевезення товарів.

Література

1. Попова І. В. Обґрунтування вибору потенційного постачальника як фактора підвищення стійкості підприємства [Текст] / І. В. Попова // Вісник національного університету «Львівська політехніка». – Львів, Видавництво Львівської політехніки. – 2010. – № 690. – С.421 - 426.
2. Беспалов Р. С. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки [Текст] / Беспалов Р. С. – Москва: Вершина, 2007. – 384 с.
3. Бауэрсокс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Бауэрсокс Д., Дейвид Дж., Клосс Дж., пер. с англ. – [2-е изд.]. – М.: Олимп-Бизнес, 2005. – 639 с.

4. Левиков Г. А. Управление транспортно-логистическим бизнесом [Текст] / Левиков Г. А. – [2-е изд., испр. и доп.]. – М.: Росконсульт, 2006. – 142 с.
5. Николайчук В. Е. Транспортно-складская логистика [Текст] / Николайчук В. Е. – М.: Дашков и Ко, 2007. – 452 с.
6. Савин В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: Справочное пособие [Текст] / Савин В. И. – М.: Дело и сервис, 2002. – 544 с.
7. Доенин В. В. Динамическая логистика транспортных процессов [Текст] / Доенин В. В. – М.: Изд-во "Компания Спутник+", 2010. – 246 с.

В роботі запропоновано метод прогнозування захворювань кровообігу людини на основі обробки добового серцевого ритму та інтелектуального аналізу похідного масиву оцінок

Ключові слова: кардіоінтервалограма, рівняння Пуанкаре, різницевий ряд, нелінійна динаміка

В работе предложен метод прогнозирования заболеваний кровообращения организма человека на основе обработки суточного сердечного ритма и интеллектуального анализа производного массива оценок

Ключевые слова: кардиоинтервалограмма, уравнение Пуанкаре, разностный ряд, нелинейная динамика

The Paper describes the method for prognosis of the human body blood circulation system states using statistical, spectral and non-linear and data-mining methods

Keywords: heart rate, Poincare equation, difference series, non-linear dynamics

УДК 616.681

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ ЗАХВОРЮВАНЬ КРОВООБІГУ ЛЮДИНИ

О.Г. Кисельова

Старший викладач

Кафедра лікувально-діагностичних комплексів*

Контактний тел.: 050-443-02-82

E-mail: olga.mmif@gmail.com

Є.А. Настенко

Доктор біологічних наук, завідувач кафедри

Кафедра медичної кібернетики та телемедицини*

*Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: nastenko@inbox.ru

Вступ

Найпоширенішими захворюваннями у світі є захворювання серцево-судинної системи, фізіологічним показником якої є серцевий ритм. Серцевий ритм є високо динамічним показником, що має високий ступінь інтегративності і, в силу цього, має знижену специфічність. Тобто різномірні впливи можуть призводити до односпрямованих змін серцевого ритму і навпаки.

Вдосконалення методів прогнозування ризику захворювань міокарду з метою своєчасної діагностики та попередження раптової смерті є актуальною задачею. В існуючих системах основна увага приділяється спектральним характеристикам серцевого ритму, симпатичної і парасимпатичної регуляції. При цьому відсутність фізіологічних компонентів аналізу знижує

цінність результатів для практичного застосування кардіологами.

Тому актуальним є не тільки пошук нових показників і характеристик серцевого ритму (СР), але й пошук нових підходів для виявлення патологічних станів, або їх передвісників, тобто підвищення специфічності діагностики за допомогою вивчення динаміки СР, а в цілому - пошук нових методів вилучення інформації та розробка нових методів навчання і перенавчання системи розпізнаванню або прогнозуванню різних станів серцево-судинної системи.

Обробка вихідних даних

В роботі запропоновано у вигляді вихідних даних використання записів серцевого ритму, отриманих