

ОПТИМАЛЬНИЙ ЗАПАС ТОВАРІВ З УРАХУВАННЯ ОБМЕЖЕНОЇ ПЛОЩІ СКЛАДІВ ДП ТД «САНДОРА»

Вступ.

Оптові підприємства перетворюють промислову пропозицію товару в асортиментні групи, відповідні попиту окремих покупців. Потреба в виконанні даної функції особливо актуальна в сучасних умовах, коли із-за розвитку спеціалізації виробництво ефективно лише при випуску масових партій товарів, а споживання все в більшому ступені характеризується зростанням номенклатури при невеликих обсягах закупок окремих товарів.

Оскільки асортиментний ряд продукції ДП ТД «Сандора» нараховує близько 19 позицій і постійно розширяється, то, беручи до уваги різну рентабельність та попит на продукцію, процес управління оптимальними запасами на складі набуває все більш актуального значення для максимізації прибутку.

В той же час існує доволі серйозне обмеження з боку недостатності складських приміщень, що, при неправильному підборі співвідношень видів товарів на складі, може привести до недоотримання значних сум прибутку підприємством.

У минулому при прийнятті рішень менеджери звикли покладатися головним чином на свою інтуїцію, яка позбавлена раціонального аналітичного початку. Таким чином перед нами постає задача оптимального розподілу запасу продукції на підприємстві ДП ТД «Сандора» при обмеженні складських приміщень на підставі статистичних даних про об'єми продаж в минулому році.

Основна частина.

Умовні позначення:

X_i - вид товарної групи (асортиментна позиція);

N - Число всіх видів товарних груп;

m - кількість місяців;

Q_1, Q_2 - нижня й верхня межі обсягів товарообігу для складу;

P_{1i} - ціна покупки одиниці товару ДП ТД «Сандора»;

P_{2i} - ціна реалізації одиниці товару ДП ТД «Сандора»;

k_1 - собівартість плюс додаткові витрати на зберігання 1 шт продукту, який не був проданий у встановлений час, оскільки попит на нього виявився меншим від того, що прогнозується;

k_2 - утрата прибутку на 1 шт продукту, зумовлена відсутністю товару, попит на який перевищив замовлену кількість;

S - загальна площа складських приміщень;

S_i - площа на складі, що займає i -тий вид продукції;

Параметри ящика: l - довжина; h - висота; w - ширина.

$S_{од}$ - площа, що займає одиниця продукції (ящик);

$X_{заг.ск.}$ - загальна кількість ящиків, що можуть розміщатись на складі одночасно;

$X_{опт}$ - оптимальний (розрахункова) кількість товару i -того виду на складі;

$C_{збі}$ - вартість зберігання товару i -того виду;

$C_{зб/оді}$ - вартість зберігання одиниці товару i -того виду;

Статистичний метод розрахунку оптимального запасу продукції базується на спостереженнях за попитом товару протягом певного часу.

На підставі цього спостереження будується емпірична функція розподілу вигляду

$$F(X) = P(x < X), \quad (1)$$

де P - імовірність того, що попит - x - буде менше наперед заданого значення X .

Тоді оптимальний попит (Хопт) буде знайдено за оптимальним значенням цієї функції, який розраховується за

$$F(\text{Хопт}) = k_1 / (k_1 + k_2), \quad (2)$$

Потрібне вирішення (2) відносно (Хопт). Оскільки, частіше всього емпірична функція розподілу описується функцією виду

$$F(X_{\text{opt}}) = a + b \ln(X_{\text{opt}}), \quad (3)$$

де a, b – константи, рішення має вигляд

$$X_{\text{opt}} = \exp\left(\frac{1}{b} \left(\frac{k_1}{k_1 + k_2} - a\right)\right). \quad (4)$$

Торгове підприємство має обмежену площу складу (S) і номенклатуру продукції з n найменувань, які представлені на складі у кількості x_i . Для кожного найменування відомо площу, яку займає одиниця продукції s_i ($1 < i < n$).

В цих умовах задача стає багатокритеріальною. З одного боку потрібно, щоб прибуток

$$\text{Пр} = \sum_{i=1}^n k_{1i} x_i, \quad (5)$$

був максимальним. З іншого боку бажано, щоб різниця між оптимальним значенням запасу продукції і реальним

$$Oz = \sum_{i=1}^n \left| x_i - \exp\left(\frac{1}{b_i} \left(\frac{k_1}{k_1 + k_2} - a_i\right)\right) \right|, \quad (6)$$

була б мінімальною. Знак „по модулю” означає, що відхилення x_i від оптимального запасу може бути в обидва боки. Обмеженням тут виступає загальна площа складу

$$S = \sum_{i=1}^n s_i x_i. \quad (7)$$

Для вирішення цієї задачі пропонується функціонал виду

$$\frac{\text{Пр}}{Oz} \rightarrow \max, \quad (8)$$

або

$$\frac{\sum_{i=1}^{19} k_{1i} x_i}{\sum_{i=1}^{19} \left[\frac{k_{1i}}{k_{1i} + k_{2i}} - (a + b \ln x_i) \right]} \rightarrow \max \quad (9)$$

з обмеженнями на площу (загальна площа складських приміщень в цьому обмеженні множиться на 5, так як, піддони з ящиками можна ставити один на один у висоту, але не більше 5 штук.)

$$\sum_{i=1}^n s_i x_i \leq S * 5, \quad (10)$$

та на ненегативні значення кількості кожного виду продукту.

$$\begin{aligned} x_i &\geq 0 \\ (1 \leq i \leq n) \end{aligned} \quad (11)$$

Введемо додаткові обмеження на верхні та нижні межі товарообігу на складі:

$$Q_{1i} \leq x_i \leq Q_{2i} \quad (12)$$

Емпіричні функції розподілу було розраховано за спостереженнями попиту продукту протягом 1 року. Для зручності зведемо всі коефіцієнти апроксимації емпіричної функції розподілу виду (3) в одну таблицю.

№		<i>a</i>	<i>b</i>
1	Вина кріплені	0,25	-0,74
2	Вина сухі	0,38	-1,27
3	Вина СК	0,08	-0,012
4	ДАР 0,2	0,83	-6,6
5	ДАР 1	1,24	-10,57
6	ДАР 1,5	1	-7,55
7	Сандорік 0,2	0,83	-6,29
8	Садочок 0,2л	0,58	-4,7
9	Садочок 0,5л	2,38	-16,9
10	Садочок 1л	0,93	-8,21
11	Садочок 1,5л	0,65	-4,81
12	Соки "Українська класика" 1л	-0,73	-4,89
13	Соки "Фрукти світу" 1л	0,19	-6,79
14	Соки Класик 1л	1,35	-10,31
15	Соки Gold 1,5л	0,77	-5,72
16	Соки Gold 1л	1,12	-10,07
17	Соки Gold 0,25л	1,02	-7,88
18	Напої 0,2	0,22	-0,49
19	Напої 1	0,24	-0,61

Далі на основі фінансової діяльності підприємства було отримано наступні вхідні дані для моделі :

	P_1 , купівля грн./ящ	P_2 , реалізація грн./ящ	різниця ($P_2 - P_1$)	вартість збер 1 прод, грн, K_{1i}
<i>Асортиментна позиція</i>	P_{2i}	P_{1i}	K_{2i}	K_{1i}
Вина кріплені	53,55	76,5	22,95	0,123843
Вина сухі	45,976	65,68	19,704	0,126456
Вина СК	57,75	82,5	24,75	0,132832
ДАР 0,2	19,845	28,35	8,505	0,126247
ДАР 1	27,09	38,7	11,61	0,121092
ДАР 1,5	29,904	42,72	12,816	0,120032
Сандорік 0,2	7,98	11,4	3,42	0,139613
Садочок 0,2л	16,443	23,49	7,047	0,126655
Садочок 0,5л	21,546	30,78	9,234	0,125369
Садочок 1л	24,696	35,28	10,584	0,12776
Садочок 1,5л	24,192	34,56	10,368	0,1386
Соки "Українська класика" 1л	26,46	37,8	11,34	0,131859
Соки "Фрукти світу" 1л	65,45	93,5	28,05	0,128713
Соки Classic 1л	27,216	38,88	11,664	0,128687
Соки Gold 1,5л	33,6	48	14,4	0,124837
Соки Gold 1л	36,036	51,48	15,444	0,134996
Соки Gold 0,2л	17,01	24,3	7,29	0,127348
Напої 0,2	16,443	23,49	7,047	0,131725
Напої 1	23,94	34,2	10,26	0,130286

Наступним кроком треба задати такі входи моделі, як параметри складських приміщень. А саме:

- Параметри ящика (довжина, висота та ширина);
- Загальна (корисна) площа складських приміщень;
- Ціна оренди 1 м² складських площ.

В даному випадку були використані такі вихідні дані:

Площа складу, м ²	Ціна оренди 1 м ² за міс, грн/м ²	Загальна вартість зберігання прод., грн на міс	Площа 1 шт	Кількість шт. на складі	Параметри ящика, м		
					довжина	ширина	висота
S	P _{s1}	P _s	S од тов.	Q склад			
6490	4	25960	0,315	20603,17	0,7	0,45	0,35

Обмеження, що постали при розв'язанні цієї задачі були наступні:

- Максимальні обсяги виробництва продуктів (допускається нарощування підприємством виробничих потужностей не більше ніж на 50% від існуючих обсягів виробництва)
- Мінімальні обсяги реалізації товару по кожному виду (це значить, що головною компанією обумовлюються визначені нормативи товарів по кожному виду, для зберігання певних цінових та цільових сегментів на ринку даної області.)
- Загальна площа складу, що може бути оптимально розподілена під товари становить реальну (корисну площу складу помножену на 5. Це зумовлено можливістю ставити та зберігати піддони з соковою продукцією один на інший в висоту, але не більше 5 штук. Не пошкоджуючи продукцію.)
- Невід'ємне значення кількості товарних одиниць.

З допомогою надбудови Пошук рішення в MS Excel знайдено співвідношення товарів на складі, використовуючи посилання на осередки з коефіцієнтами - параметрами експоненціального згладжування та параметрів k_1 і k_2 .

Для вище означених вхідних даних були отримані наступні результати:

Кількість продукції по видам	Вартість зберіг. по видам (чис)	Відхилення від оптимального розподілу площі (знаменник)	Прибуток від реал за міс по видам в сер, грн	Обмеження по кільк. кожного виду, min	Обмеження по кільк. кожного виду, max	Площа, занята під вид м ²
Xi*				Q ₁	Q ₂	Si
271	33,50965	3,899790849	6 210	90	271	85
64	8,112666	4,91121393	1 264	64	192	20
242	32,09639	0,008812743	5 980	81	242	76
8822	1113,71	59,14539987	75 028	2 941	8 822	2779
11202	1356,502	97,32366282	130 059	3 734	11 202	3529
4564	547,7766	62,62454422	58 487	1 521	4 564	1438
5662	790,5097	53,56461804	19 365	1 887	5 662	1784
11686	1480,043	43,45839816	82 349	3 895	11 686	3681
266	33,30775	91,97395408	2 453	266	797	84
18263	2333,22	79,64343986	193 291	6 088	18 263	5753
5947	824,3076	41,16548638	61 662	1 982	5 947	1873

705021PIOG

1452	191,4617	36,34416656	16 466	484	1 452	457
814	104,7604	45,32009657	22 830	271	814	256
4527	582,619	85,44953611	52 808	1 509	4 527	1426
4850	605,4293	47,78242196	69 836	1 617	4 850	1528
18449	2490,596	97,80412142	284 932	6 150	18 449	5812
5566	708,7644	66,95710858	40 573	1 855	5 566	1753
199	26,23908	2,392550695	1 404	66	199	63
18	2,31474	1,527706835	182	18	53	6
102862,3	13265,28	921,2970297	1 125 179	34 519	103 558	32 402

Висновки.

На підставі зроблених розрахунків було рекомендовано іншій за існуючий, але більш прибутковий запас товарів на складі ДП ТД «Сандора». Економічний річний ефект склав 23000 грн.

Розроблена методика може стати типовою для подібних розрахунків для будь-якого асортименту товарів будь-якої торгово-збутової фірми.

Постановка оптимальної багатокритеріальної задачі є оригінальною, такою, яка раніше не розроблялася.