

Алгоритм розрахунку оптимальних поставок сировини у спиртовій промисловості

Розглянуто вагомість ланцюга поставок у процесі виробництва. Розглянуто та економічно проаналізовано необхідність застосування показника ефективного радіуса транспортно-сировинної зони. Запропоновано методику застосування ефективного радіуса транспортно-сировинної зони в спиртовій промисловості, яка надасть можливість оптимізувати економічну ефективність виробництва.

Ключові слова: ланцюг поставок, кооперовані зв'язки, спиртова промисловість, ефективний радіус транспортно-сировинної зони.

Аналіз основних тенденцій розвитку кооперованих зв'язків спиртової промисловості, вивчення відносин «постачальник-споживач» та їхня оцінка свідчить про доцільність формування ланцюга поставок [1]. Водночас виявлені негативні аспекти у відносинах «постачальник-споживач» для постачальника зерна не дають змоги формувати такий ланцюг поставок, який зміг би задовольнити потенційні потреби споживачів. Для подолання цього негативного аспекту необхідне виявлення вузького місця та розроблення економічних методів стосовно його усунення [2, 3].

Основною метою дослідження є висвітлення вузького місця в ланцюзі поставок у процесі виробництва зернового спирту.

Важливим фактором при оцінюванні ефективності кооперованих зв'язків є виявлення вузького місця в ланцюгу поставок за допомогою визначення ефективного радіуса транспортно-сировинної зони для спиртового заводу.

Нехай

- $Z_{сир_i}$ – витрати на придбання одиниці сировини i -го виду, грн.;
- $Z_{пер. сир.}$ – витрати на технологічну переробку одиниці сировини, грн.;
- $Z_{трансп.}$ – витрати на транспортування одиниці сировини, грн.;
- $Сопт$ – оптова ціна одиниці продукції, визначена концерном «Укрспирт», грн.;
- $V_{сир_i}$ – технологічний вихід спирту з одиниці сировини i -го виду, дал.;
- d – питома вага інших витрат на одиницю виробленої продукції.

При цьому вважаємо, що витрати на зберігання сировини та виробленої продукції, адміністративні витрати включені до витрат на переробку.

Суму витрат на виробництво представимо у такому вигляді:

$$\Sigma = Z_{сир_i} + Z_{пер. сир.} + Z_{трансп.} + Z_{інші} \quad (1)$$

Результатом переробки сировини є отримання продукції, в нашому випадку – спирту. Виручка від реалізації виробленої продукції з одиниці сировини становить:

$$W = Сопт \times V_{сир_i} \quad (2)$$

Для того, аби підприємство було рентабельним, необхідно виконати таку умову:

$$\Sigma \leq W. \quad (3)$$

Підставимо в (3) значення:

$$Z_{сир_i} + Z_{пер. сир.} + Z_{трансп.} + Z_{інші} \leq Conm \times V_{сир_i}$$

З іншого боку, можна представити таким чином:

а) затрати на транспортування одиниці сировини

$$Z_{трансп.} = a \times S, \quad (4)$$

де a – вартість перевезення одиниці сировини на один км;

S – віддаль, на яку перевозять сировину;

б) інші затрати на виготовлену продукцію

$$Z_{інші} = d \times V_{сир_i} \quad (5)$$

У вираз (3) підставимо (4) і (5)

$$Z_{сир_i} + Z_{пер. сир.} + a \times S + d \times V_{сир_i} \leq Conm \times V_{сир_i} \quad (6)$$

Проведемо такі перетворення

$$a \times S \leq Conm \times V_{сир_i} - Z_{сир_i} - Z_{пер. сир.} - d \times V_{сир_i}$$

$$S \leq \frac{Conm \times V_{сир_i} - Z_{сир_i} - Z_{пер. сир.} - d \times V_{сир_i}}{a}$$

$$S \leq \frac{(Conm - d) \times V_{сир_i} - Z_{сир_i} - Z_{пер. сир.}}{a} \quad (7)$$

Праву частину нерівності (6) завжди можна обрахувати, підставивши значення складових, оскільки вони є відносно відомими. Вираз (7) розрахований на перевезення 1 тонни сировини за одну поїздку одиниці транспортного засобу. Однак одиницею транспортного засобу за одну поїздку можна перевезти k т сировини. З урахуванням цього зауваження, вираз (7) набуває такого значення:

$$S \leq \frac{(Conm - d) \times V_{сир_i} - Z_{сир_i} - Z_{пер. сир.}}{a} \cdot k \quad (8)$$

Таким чином, виконання нерівності (8) дає нам можливість визначити значення величини S . Якщо значення S є меншим від обрахованого значення правої частини нерівності (8), перевозити сировину є вигідним, у протилежному разі – ні.

Назвемо величину R ефективним радіусом транспортно-сировинної зони підприємства. Величина цього радіуса дає нам можливість визначити точки, в яких придбання сировини є економічно привабливим для підприємства.

З урахуванням того, що віддаль, на яку перевозять сировину, складається з двостороннього шляху, визначаємо величину R :

$$R \leq \frac{(C_{\text{опт}} - d) \times V_{\text{сир}_i} - Z_{\text{сир}_i} - Z_{\text{пер.сир.}}}{2a} \cdot k \quad (9)$$

З допомогою співвідношення (8) можна визначити ефективність доставки сировини різного виду від різних постачальників. Нехай постачальник №1 має сировину виду $i=1$, а постачальник №2 має сировину виду $i=2$. Віддаль до постачальника №1 становить S_1 км, а віддаль до постачальника №2 – S_2 км. Кількість сировини, яка буде перевезена за одну поїздку від будь-якого постачальника, є однаковою. Тоді:

$$S_1 \leq \frac{(C_{\text{опт}} - d) \times V_{\text{сир}_1} - Z_{\text{сир}_1} - Z_{\text{пер.сир.}}}{a} \cdot k, \quad (10)$$

$$S_2 \leq \frac{(C_{\text{опт}} - d) \times V_{\text{сир}_2} - Z_{\text{сир}_2} - Z_{\text{пер.сир.}}}{a} \cdot k \quad (11)$$

Віднімемо від нерівності а нерівність б. Отримаємо:

$$S_1 - S_2 \leq k \cdot \left[\frac{(C_{\text{опт}} - d) \times V_{\text{сир}_1} - Z_{\text{сир}_1} - Z_{\text{пер.сир.}}}{a} - \frac{(C_{\text{опт}} - d) \times V_{\text{сир}_2} - Z_{\text{сир}_2} - Z_{\text{пер.сир.}}}{a} \right] \quad (12)$$

Після певних математичних перетворень даного виразу, враховуючи те, що технологічні затрати на переробку одиниці сировини різного виду є однаковими, маємо:

$$S_1 - S_2 \leq \frac{(C_{\text{опт}} - d) \times (V_{\text{сир}_1} - V_{\text{сир}_2}) - (Z_{\text{сир}_1} - Z_{\text{сир}_2})}{a} \cdot k \quad (13)$$

Якщо після обрахування правої частини даної нерівності вона виконується, то ефективніше доставити сировину від першого постачальника, якщо ні, то краще брати сировину в другого постачальника.

Нехай постачальник №1 має k_1 т сировини виду $i=1$, а постачальник №2 має k_2 т сировини $i=2$. Віддаль до постачальника №1 становить S_1 км, а віддаль до постачальника №2 – S_2 км. При цьому необхідне виконання такої умови: $1 \leq k_1 \leq k$, $1 \leq k_2 \leq k$. Тоді економічна вигідність придбання сировини визначатиметься такою нерівністю:

$$S_1 - S_2 \leq \frac{(C_{\text{опт}} - d) \cdot (k_1 V_{\text{сир}_1} - k_2 V_{\text{сир}_2}) - (k_1 Z_{\text{сир}_1} - k_2 Z_{\text{сир}_2}) \cdot (k_1 - k_2) \cdot Z}{a} \quad (14)$$

Подамо розрахунок економічного плану перевезень сировини, необхідної для виконання замовлення. Для виробництва W дал зернового спирту завод потребує B_j т сировини j -го виду $j = 1, \dots, n$, де n – кількість видів сировини. Завод має можливість придбати необхідну сировину у m різних постачальників, i – номер постачальника, $i = 1, \dots, m$, де m – кількість постачальників. Кожен

постачальник A_i може мати A_{ij} т сировини j -го виду. Віддаль від заводу до i -го постачальника сировини S_i . Питомі затрати на перевезення 1 тонни сировини становлять d (грн. / т×км). Вихід спирту з одиниці сировини j -го виду становить V_j одиниць. Нехай завод придбає x_{ij} сировини j -го виду в i -го постачальника. Тоді цільова функція – мінімальні затрати на перевезення сировини, необхідної для виконання замовлення, буде

$$Z = d \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \cdot S_i \rightarrow \min, \quad (15)$$

при виконанні таких умов.

Обмеження на вихід продукції

$$\sum_{j=1}^n V_j \cdot \sum_{i=1}^m x_{ij} \geq W$$

$$\sum_{j=1}^n V_j \cdot \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq W_1$$

З урахуванням особливостей роботи утиліти «Пошук рішення» треба накласти додаткове обмеження на вихід продукції. W_1 – кількість продукції, яка відрізняється від W на незначну величину.

Обмеження на кількість сировини, потрібної заводу для виконання замовлення.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq B_j$$

Це обмеження враховує, що при транспортуванні сировини одиниця транспортного засобу має використовуватися максимально, тобто машину завантажують повністю.

Обмеження на кількість сировини, наявної у постачальника

$$x_j \leq A_j, j = 1, \dots, n.$$

Обмеження на невідомі даної задачі

$$x_{ij} - \text{цілі числа.}$$

Припустимо, що обсяг замовлення становить $W=50000$ дал спирту. Приймаємо $W_1=50500$. Питомі затрати на перевезення $d=1,2$. Початкові умови задачі задані у табл. 1.

Таблиця 1

Поста- чальники	Віддаль, км	Кількість сировини, т	Потреби заводу у сировині			
			Пшениця $B_1=301$	Жито $B_2=135$	Ячмінь $B_3=40$	Кукурудза $B_4=880$
№1	30	Пшениця $A_{11}=600$	x_{11}			
		Жито 200		x_{12}		
		Кукурудза 100				x_{14}
№2	42	Пшениця 10	x_{21}			
		Жито 40		x_{22}		
		Ячмінь 30			x_{23}	
		Кукурудза 100				x_{24}
№3	30	Пшениця 40	x_{31}			
		Жито 15		x_{32}		
		Кукурудза 200				x_{34}
№4	40	Жито 30		x_{42}		
		Ячмінь 25			x_{43}	
		Кукурудза 500				x_{44}

Числова модель задачі

Цільова функція

$$Z = 36x_{11} + 36x_{12} + 36x_{14} + 50,4x_{21} + 50,4x_{22} + 50,4x_{23} + 50,4x_{24} +$$

$$+ 36x_{31} + 36x_{32} + 36x_{34} + 48x_{43} + 48x_{43} + 48x_{44} \rightarrow \min$$

Обмеження на виконання замовлення

$$34,65(x_{11} + x_{21} + x_{31}) + 33,74(x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42}) + 32,63(x_{23} + x_{43}) +$$

$$38,31(x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44}) \geq 50000$$

$$34,65(x_{11} + x_{21} + x_{31}) + 33,74(x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42}) + 32,63(x_{23} + x_{43}) +$$

$$38,31(x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44}) \leq 50500$$

Обмеження на кількість сировини у постачальників

$$x_{11} \leq 600; x_{12} \leq 200; x_{14} \leq 100;$$

$$x_{21} \leq 10; x_{22} \leq 40; x_{23} \leq 30; x_{24} \leq 100;$$

$$x_{31} \leq 40; x_{32} \leq 15; x_{34} \leq 200;$$

$$x_{41} \leq 30; x_{43} \leq 25; x_{43} \leq 500.$$

Обмеження на потребу сировини кожного виду

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq 303$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} \geq 135$$

$$x_{23} + x_{43} \geq 40$$

Таблиця 2

Результат обчислень задачі

Постачальники	Віддаль, км	Кількість сировини, т	Потреби заводу у сировині, т			
			Пшениця 301	Жито 135	Ячмінь 40	Кукурудза 880
№1	30	Пшениця 600	261			
		Жито 200		120		
		Кукурудза 100				100
№2	42	Пшениця 10				
		Жито 40				
		Ячмінь 30			15	
		Кукурудза 100				80
№3	30	Пшениця 40	40			
		Жито 15		15		
		Кукурудза 200				200
№4	40	Жито 30				
		Ячмінь 25			25	
		Кукурудза 500				500

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{34} \geq 880$$

Цілочисельне обмеження на невідомі

$$x_{11}, x_{12}, x_{14}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{31}, x_{32}, x_{34}, x_{42}, x_{42}, x_{44} - \text{цілі числа}$$

Результат обчислень представлений у табл. 2.

Отже, якщо завод закупить в:

- №1: 261 т пшениці, 120 т жита, 100 т кукурудзи;
- №2: 15 ячменю і 80 т кукурудзи;
- №3: 40 т пшениці, 15 т жита і 200 т кукурудзи;
- №4: 25 т ячменю і 500 т кукурудзи,

то виробить 50002,55 дал спирту, тим самим буде виконане замовлення і при цьому мінімальні затрати на транспортування сировини складуть 56484 грн.

Таким чином, вищенаведені формули можна використовувати як критерії налагодження раціональних кооперованих зв'язків при виробництві продукції спиртовим заводом. Отже, можна зробити висновок, що застосування показника ефективного радіуса транспортно-сировинної зони у ланцюзі поставок при виробництві зернового спирту надасть можливість оптимізувати економічну ефективність виробництва.

Список використаних джерел

1. Організація виробництва // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukragroportal.com.
2. Полянська А.С. Транспортна функція логістики як необхідна умова регіонального розвитку // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.eprints.ksame.kharkov.ua.
3. Чухрай Н. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики. [монографія] / Н. Чухрай, О. Гірна. – Львів: Інтелект-Захід, 2007. – 232 с.

Сапачова М.С. Алгоритм расчета оптимальных поставок сырья в спиртовой промышленности.

Рассмотрена весомость цепи поставок в процессе производства. Рассмотрена и экономически проанализирована необходимость применения показателя эффективного радиуса транспортно-сырьевой зоны. Предложена методика применения эффективного радиуса транспортно-сырьевой зоны в спиртовой промышленности, предоставляющая возможность оптимизировать экономическую эффективность производства.

Ключевые слова: цепь поставок, кооперирующие связи, спиртная промышленность, эффективный радиус транспортно-сырьевой зоны.

Sapachova M.S. Algorithm of Calculation of Optimum Deliveries of Raw Material in Spirit Industry.

Ponderability of the chain of deliveries in the process of production has been considered. The necessity of application of the index of effective radius of transport-raw material area has been economically analyzed. The method of application of effective radius of transport-raw material area in spirit industry giving possibility to optimize economic efficiency of production has been offered.

Key words: chain of deliveries, cooperation connections, spirit industry, effective radius of transport-raw material area.

Надійшло 10.04.2009 р.