где a – ширина перекрытия при смежных проходах;

$v_{ср}$ – средняя скорость;

n – необходимое число проходов.

Производительность новых катков определяется по формуле

$$П_2 = \frac{1000 \cdot (B - a) \cdot V_{cp}}{n}, \tag{11}$$

где B – ширина уплотняемой полосы.

При одинаковых условиях работы и одинаковом материале скоростной режим и необходимое число проходов также одинаковы.

Тогда

$$\frac{П_2}{П_1} = \frac{B - a}{2B_3 - 2a}. \tag{12}$$

B_3 для катка весом 14,5 тонны можно определить по формуле (6)

$$B_3 = 0{,}404 + 0{,}013 \cdot 14{,}5 = 0{,}5925.$$

Величина перекрытия a берется обычно равной 0,1 м.

Тогда:

$$\frac{П_2}{П_1} = \frac{2{,}3 - 0{,}1}{2 \cdot 0{,}5925 - 2 \cdot 0{,}1} = 2{,}235.$$

Таким образом, определено, что каток нового типа, имеющий вес в 0,76 раза, а цену – в 0,83 раза меньше, чем каток старого типа, предназначенный для той же работы, имеет при этом в 2,24 раза большую производительность, а следовательно, является перспективным и экономически выгодным для установки на нем гибкого вальца с изменяемой геометрией (радиусом) обечайки.

Список литературы

1. Исследование методами физического моделирования тягово-сцепных свойств колесных движителей специальных машин, работающих на слабых грунтах: Отчет о НИР/МАДИ / Рук. темы В.В. Тарасов. - Тема № 1174. - М., 1975. -189 с.
2. Техника Sakai для дорожного строительства [Электронный ресурс] // Каталог выпускаемой продукции фирмы Sakai. - Электрон. дан. (1 файл). - http://sakai.t-s-c.ru/
3. Хархута Н.Я. Машины для уплотнения грунтов. - Л.: Машиностроение, 1973. - 176 с.

Получено 29.04.10

УДК 681.142.352

Ж.С. Исмагулова, У.Б. Байзылдаева
КазАТК им. М. Тынышпаева, г. Алматы

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМЕЮЩИХСЯ РЕСУРСОВ

В процессе производственной деятельности некоторая часть имеющихся видов ресурсов часто остается неиспользованной, при этом ощущается нехватка других видов ресурсов. Поэтому возникает задача увеличения прибыли предприятия путем продажи излишков ресурсов и покупки недостающих ресурсов. Данная работа посвящена оптимизации ресурсов при выпуске продукции при некоторых ограничениях для нахождения оптимального плана производства.

Пусть задана задача линейного программирования (ЛП) [1,2]

$$\max \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, \quad i = \overline{1,m}. \tag{2}$$

Предположим, что получено оптимальное решение этой задачи $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*$. При этом остаются неиспользованными ресурсы в количестве

$$\Delta_i = b_i - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j^*, \quad i = \overline{1,m}. \tag{3}$$

Дальнейшее увеличение значения целевой функции (1) возможно при реализации излишков ресурсов Δ_i по цене s_i, и закупки на них дефицитных ресурсов. Эта задача формулируется следующим образом:

$$\max \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \tag{4}$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le y_i, \quad i = \overline{1,m}, \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{m} s_i y_i \le \sum_{i=1}^{m} s_i \Delta_i. \tag{6}$$

Эта задача также представляет собой задачу ЛП и может быть решена симплекс-методом [3,4]. Если решения задачи (4) при ограничениях (5) и (6) есть $\widetilde{x}_1, \widetilde{x}_2, \ldots, \widetilde{x}_n$, то конечная прибыль, получаемая при оптимальном использовании имеющихся ресурсов, будет равна

$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j^{opt}, \tag{7}$$

$$x_j^{opt} = x_j^* + \widetilde{x}_j, \quad j = \overline{1,n}.$$

Теперь рассмотрим задачу использования имеющихся денежных средств в размере S для закупки ресурсов для максимизации прибыли. Предположим, что известно:

n – количество видов продукции; m – число ресурсов, необходимое для выпуска n продукции; a_{ij} – количество i-го ресурса, необходимого для выпуска единицы j-й продукции; z_i – стоимость единицы i-го ресурса.

Тогда возникает следующая задача нахождения оптимального количества закупаемых ресурсов

$$\sum_{j=1}^{n} c_i x_j - \sum_{i=1}^{m} s_i y_i \to \min,$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le y_i, \quad i = \overline{1,m}, \ \sum_{i=1}^{m} s_i y_j \le S .$$

Эта задача является задачей ЛП и решается симплекс-методом.

Пример. Пусть предприятие выпускает три вида продукции, прибыль от реализации единицы которых составляет 3, 2 и 5 тыс. тенге. Для этого используются три вида ресурсов, которые имеются в количестве 40, 60 и 30 тонн. Матрица затрат есть

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 2 \\ 1 & 4 & 0 \end{pmatrix},$$

где a_{ij} – затраты i-го ресурса на выпуск j-й продукции $\left(i, j = \overline{1,3}\right)$.

1. Необходимо найти оптимальный выпуск продукции.

2. Необходимо найти оптимальный выпуск продукции с учетом излишков ресурсов, если известно, что цена каждого ресурса равна 0,5, 0,6 и 0,8 тыс. тенге, соответственно.

Решение. I. Математическая постановка задачи имеет вид

$$z = 3x_1+2x_2+5x_3 \to max$$

при ограничениях

$$x_1+2x_2+x_3 \le 40,\ 3x_1+2x_3 \le 60,\ x_1+4x_2 \le 30,\ x_1, x_2, x_3 \ge 0.$$

Приведем задачу к канонической форме

$$3x_1+2x_2+5x_3 - z = 0,\ x_1+2x_2+x_3+x_4 = 40,\ 3x_1+ 2x_3+x_5 = 60,\ x_1+4x_2+x_6 = 30,\ x_1, x_2, x_3 \ge 0.$$

Эту задачу решим симплекс-методом. Последовательность преобразований приведена в табл. 1.

Таблица 1

Исходная симплекс-таблица

X_1	X_2	x_3	x_4	x_5	x_6	z	B	
3	2	5	0	0	0	-1	0	
1	2	1	1	0	0	0	40	40
3	0	2	0	1	0	0	60	30
1	4	0	0	0	1	0	30	∞
-9/5	2	0	0	-5/2	0	-1	-150	
-1/2	2	0	1	-1/2	0	0	10	5
3/2	0	1	0	1/2	0	0	30	
1	4	0	0	0	1	0	30	7,5
-8,5	0	0	-1	-2	0	-1	-160	
-1/4	1	0	1/2	-1/4	0	0	5	
3/2	0	1	0	1/2	0	0	30	
2	0	0	-2	1	1	0	10	

Из этой таблицы видно, что оптимальным решением является

$z^*=160,\ x_1^* = 0,\ x_2^* = 5,\ x_3^* = 30,\ \ x_4^* = 10$.

Для дальнейшего увеличения значения целевой функции определим излишек ресурсов. Излишек первого ресурса составляет

$\Delta_1 = 40 - 2\cdot 5 - 30 = 0$, второго ресурса – $\Delta_2 = 60 - 2\cdot 30 = 60 - 60 = 0$, а третьего ресурса – $\Delta_3 = 30 - 4\cdot 5 = \boxed{10}$.

Общая сумма денег за счет реализации излишков составляет
$10\cdot 0{,}8 = 8$ тыс. тенге.

Поэтому дальнейшая оптимизация сводится к решению следующей задачи

$$z = 3x_1 + 2x_2 + 5x_3$$

при ограничениях

$$x_1 + 2x_2 + x_3 \le x_4 + 40,\quad 3x_1 + 2x_3 \le x_5 + 60,\quad x_1 + 4x_2 \le x_6 + 20,\quad 0{,}5x_4 + 0{,}6x_5 + 0{,}8x_6 = 8.$$

Приведем задачу к каноническому виду

$$3x_1 + 2x_2 + 5x_3 - z = 0,\quad x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 + x_7 = 40,\quad 3x_1 + x_3 - x_5 + x_8 = 60,$$
$$x_1 + 4x_2 - x_6 + x_9 = 20,\quad 0{,}5x_4 + 0{,}6x_5 + 0{,}8x_6 = 8.$$

Для решения этой задачи составим последовательность симплекс-таблицу 2.

Таблица 2

Симплекс-таблица, приведенная к каноническому виду

x_1	X_2	X_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	z	b	
3	2	5	0	0	0	0	0	0	-1	0	
1	2	1	-1	0	0	1	0	0	0	40	
3	0	2	0	-1	0	0	1	0	0	60	
1	4	0	0	0	-1	0	0	1	0	20	
0	0	0	0,5	0,6	0,8	0	0	0	0	8	
3	2	5	0	0	0	0	0	0	-1	0	
1	2	1	-1	0	0	1	0	0	0	40	40
3	0	2	0	-1	0	0	1	0	0	60	30
1	4	0	5/8	3/4	0	0	0	1	0	30	∞
0	0	0	5/8	3/4	1	0	0	0	0	10	∞
-9/2	2	0	0	5/2	0	0	-5/2	0	-1	-150	
-1/2	2	0	0	1/2	0	1	-1/2	0	0	10	5
3/2	0	1	0	-1/2	0	0	1/2	0	0	30	∞
1	4	0	5/8	3/4	0	0	0	1	0	30	7,5
0	0	0	5/8	3/4	1	0	0	0	0	10	∞
x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	z	b	
-4	0	0	0	2	0	-1	-2	0	-1	-160	
-1/4	1	0	0	1/4	0	1/2	-1/4	0	0	5	20
3/2	0	1	0	-1/2	0	0	1/2	0	0	30	
2	0	0	5/8	-1/4	0	-2	1	1	0	10	
0	0	0	5/8	3/4	1	0	0	0	0	10	13
-4	0	0	-5/3	0	-8/3	-1	-2	0	-1	-560/3	
-1/4	1	0	-5/24	0	-1/3	1/2	-1/4	0	0	5/3	
3/2	0	1	5/12	0	2/3	0	1/2	0	0	110/3	
2	0	0	5/6	0	1/3	-2	1	1	0	40/3	
0	0	0	5/6	1	4/3	0	0	0	0	40/3	

Здесь все коэффициенты целевой функции отрицательны, поэтому оптимальное решение равно

$$z^* = 560/3 \approx 186{,}7,$$

$$x_1^* = 0,\ x_2^* = 5/3 \text{ и } x_3^* = 110/3,\ x_4^* = 0,\ x_5^* = 40/3,\ x_6^* = 0,\ x_7^* = 0,\ x_8^* = 0,\ x_9^*\, x_9 = 40/3.$$

Таким образом, оптимальное решение увеличилось на

186,7 – 160=26,7 тыс. тенге.

Данная задача легко алгоритмизируется. Для реализации данного метода разработана информационная система в среде MS Access, что позволяет широко распространить данный метод для использования на любых предприятиях, имеющих производство.

Предложенный подход показывает возможность увеличения доходов предприятия за счет реализации излишков ресурсов для приобретения недостающих.

Список литературы

1. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш. - М.: ЮНИТИ, 1999.
2. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ, 2000.
3. Экономико-математические методы и модели. Учеб. пособие / Под ред. А.В. Кузнецова. - 2-е изд. - Минск, 2000.
4. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. ФиС. - М., 2001.

Получено 22.04.10

УДК 531: 622.233: 622.235

М.Н. Калимолдаев, Г.А. Айдосов, С.Н. Тойбаев
Институт проблем информатики и управления МОН РК, г. Алматы

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНО-СЖИМАЕМОЙ И УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДАХ

Рассматривается задача о распространении интенсивной сферической взрывной волны в грунте под действием приложенной к границе каверны с первоначальным радиусом r_0 монотонно убывающей нагрузки $\sigma_0(t)$ высокой интенсивности, которая возникает в ближней зоне взрыва вследствие газо- и термодинамических процессов. Грунт при уровне напряжений в несколько килобар моделируется либо «пластическим газом» [1], либо упругопластической средой с жесткой характеристикой разгрузки с учетом необратимых процессов и конечных деформаций. При изучении конечных упругопластических деформаций грунта, в отличие от [1-8], используется деформационная теория [9] с обобщенными определяющими функциями $\sigma=\sigma(\varepsilon)$, $\sigma_i=\sigma_i(\varepsilon,\varepsilon_i)$, где ε, ε_i, σ, σ_i – первые и вторые инварианты тензоров деформаций и напряжений. Причем необратимый процесс разгружения среды по интенсивности напряжений, σ_i согласно [10], принимается зависящим только от ε_i по линейному закону с модулем Юнга E_i. Кроме того, рассмотрен случай, когда $\sigma_i=\sigma_i(\sigma)$.

Функции $\sigma(\varepsilon)$ и $\sigma_i(\varepsilon,\varepsilon_i)$ в процессе нагружения среды представляются в виде [10]

$$\sigma(\varepsilon)=(\alpha_1-\alpha_2\varepsilon)\varepsilon\,,\quad \sigma_i(\varepsilon,\varepsilon_i)=\sigma_i^H(\varepsilon_i)-\frac{(\sigma(\varepsilon)+25)}{15}\left[\sigma_i^b(\varepsilon_i)-\sigma_i^H(\varepsilon_i)\right] \tag{1}$$

при $\varepsilon<0$,

$$\sigma(\varepsilon)=(\alpha_1+\alpha_2\varepsilon)\varepsilon\,,\quad \sigma_i(\varepsilon,\varepsilon_i)=\sigma_i^H(\varepsilon_i)+\frac{(\sigma(\varepsilon)+25)}{15}\left[\sigma_i^b(\varepsilon_i)-\sigma_i^H(\varepsilon_i)\right] \tag{2}$$

при $\varepsilon>0$,