

Методы оптимизации  
Контрольная работа №1  
Вариант 15

1. Производственная программа - это планируемый объем выпуска продукции каждого вида за плановый период в  $N$  дней.

Множество альтернатив - множество всех допустимых сочетаний продукции каждого вида, которые удовлетворяют ресурсным, человеческим, технологическим и рыночным ограничениям.

Связь альтернатив заключается в том, что они и являются конкретными значениями переменных спецификации оптимизационной модели, по которым вычисляются затраты, выручка и прибыль.

2. Переменные модели

$x_1$  - кол-во продукции 1-го вида в кг, выпускаемое за период

$x_2$  - кол-во продукции 2-го вида в кг, выпускаемое за период

Область значений:

$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$  (невозможно выпустить негативное число продукции)

3. Экономический смысл - планируемый объем выпуска 1-ой и 2-ой продукции, они определяют потребление материалов, нагрузку оборудования, рабочее время, электроэнергию и дают прибыли приходящие на 1-ый и 2-ой продукт соответственно.

3.  $PG_1 \cdot x_1 + PG_2 \cdot x_2 \rightarrow \max$  - показатель прибыли как критерий сравнения альтернатив  
где  $PG$  - прибыль от единицы продукции, который является разностью рыночной цены продукта и его себестоимости.

4. Ограничения:

1.  $x_1 \leq D_1; x_2 \leq D_2$  ( $D$  - спрос в кг; продажи не должны быть выше спроса)

2.  $m_{11}x_1 + m_{12}x_2 \leq M_1$  ( $m$  - кол-во материалов на продукт в кг;  $M$  - общее кол-во материалов в кг; потраченные материалы не должны превышать имеющееся кол-во)  
 $m_{21}x_1 + m_{22}x_2 \leq M_2$

3.  $h_1x_1 + h_2x_2 \leq H$  ( $h$  - время работы оборудования на продукт в час на 1 кг;  $H$  - период  $N$  в часах; время работы не должно превышать период плана)

4.  $w_1x_1 + w_2x_2 \leq W$  ( $w$  - время работы на продукт в чел. ч. на 1 кг;  $W$  - период  $N$  в часах; время работы не должно превышать период плана)

5.  $PG_1x_1 + PG_2x_2 \geq G$  ( $G$  - целевая прибыль в рублях; итоговая прибыль должна быть не меньше целевой)

6.  $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$  (кол-во продукции в кг, не должно быть отрицательным)



5. Спецификация:  $i = 1$  - для продукции 1-ого вида  
 $i = 2$  - для продукции 2-ого вида

Целевая функция:  $\rho_1 + x_1 +$

Значения:

$N = 20$  дней

$G = 90$  руб.

$S = 3$  смены (число смен)

$t = 8$  часов (длительность смены)

$P = 1$  чел. (кол-во раб. в смене)

$H = N \cdot S \cdot t = 20 \cdot 3 \cdot 8 = 480$  часов

$W = N \cdot S \cdot t \cdot P = 20 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 1 = 480$  часов

$h_1 = 2$  маш. ч. на 1 кв. ;  $h_2 = 1$  маш. ч. на 1 кв.

$w_1 = 3$  чел. ч. на 1 кв. ;  $w_2 = 2$  чел. ч. на 1 кв.

$m_{11} = 1$  кв. на 1 кв. ;  $m_{12} = 2$  кв. на 1 кв.

$m_{21} = 2$  кв. на 1 кв. ;  $m_{22} = 1$  кв. на 1 кв.

$M_1 = 120$  кв. (материалы 1-ого вида)

$M_2 = 280$  кв. (материалы 2-ого вида)

$D_1 = 200$  кв. ;  $D_2 = 50$  кв.

$PP_1 = 32$  руб. за кв. ;  $PP_2 = 29,5$  руб. за кв. (рыночная цена)

$PM_1 = 3$  руб. ;  $PM_2 = 2$  руб. (цена материалов 1-го и 2-го видов)

$PW = 4$  руб. чел. ч. (ставка з/п осн. рабочих)

$PE = 0,5$  руб. за кв. ч. (цена электр. ч.)

$EP_1 = 2$  кв. ч. на маш. ч. (потребление электроэнергии станком для ед. продукции 1-ого вида)

$EP_2 = 1$  кв. ч. на маш. ч. (потребление электроэнергии станком для ед. продукции 2-ого вида)

$E = 96$  кв. ч. (потребление электроэнергии на производство)

$A = 240$  руб. за период (амортизация оборудования)

$L = 72$  руб. за период (з/п админ.-упр. персонала)

$Q = 24$  руб. за период (план. кол. ремонт)

$CM-P_1 = m_{11} \cdot PM_1 + m_{21} \cdot PM_2 = 3 + 4 = 7$  руб./кв. (мат. затраты для 1-го продукта)

$CM-P_2 = m_{12} \cdot PM_1 + m_{22} \cdot PM_2 = 6 + 2 = 8$  руб./кв. (мат. затраты для 2-го продукта)

$SW-P_1 = W_1 \cdot PW = 12$  руб./кв. (перс. затраты для 1-го продукта)

$SW-P_2 = W_2 \cdot PW = 8$  руб./кв. (перс. затраты для 2-го продукта)

$CE-P_1 = EP_1 \cdot PE = 1$  руб./кв. (перс. часть электр. для 1-го продукта)

$CE-P_2 = EP_2 \cdot PE = 0,5$  руб./кв. (перс. часть электр. для 2-го продукта)

$CEK-P_1 = (CE/H) \cdot h_1 = (E \cdot PE/H) \cdot h_1 = (96 \cdot 0,5/480) \cdot 2 = 0,2$  руб./кв. (пост. часть электр. для 1-го продукта)

$CEK-P_2 = (CE/H) \cdot h_2 = (E \cdot PE/H) \cdot h_2 = (96 \cdot 0,5/480) \cdot 1 = 0,1$  руб./кв. (пост. часть электр. для 2-го продукта)

$CA-P_1 = (A/H) \cdot h_1 = (240/480) \cdot 2 = 1$  руб./кв. (амортизация для 1-го продукта)

$CA-P_2 = (A/H) \cdot h_2 = (240/480) \cdot 1 = 0,5$  руб./кв. (амортизация для 2-го продукта)

$CL-P_1 = (L/H) \cdot h_1 = (72/480) \cdot 2 = 0,3$  руб./кв. (з/п админ.-упр. персонала для 1-го продукта)

$CL-P_2 = (L/H) \cdot h_2 = (72/480) \cdot 1 = 0,15$  руб./кв. (з/п админ.-упр. персонала для 2-го продукта)

$CO-P_1 = (Q/H) \cdot h_1 = (24/480) \cdot 2 = 0,1$  руб./кв. (план. ремонт для 1-го продукта)

$CO-P_2 = (Q/H) \cdot h_2 = (24/480) \cdot 1 = 0,05$  руб./кв. (план. ремонт для 2-го продукта)



$$C_1 = c_m \cdot p_1 + c_w \cdot p_1 + c_e \cdot p_1 + c_k \cdot p_1 + c_d \cdot p_1 + c_l \cdot p_1 + c_{to} \cdot p_1 =$$

$$= 7 + 12 + 1 + 0,2 + 1 + 0,3 + 0,1 = 21,6 \text{ руб/м (себестоимость 1-го прог.)}$$

$$C_2 = c_m \cdot p_2 + c_w \cdot p_2 + c_e \cdot p_2 + c_k \cdot p_2 + c_d \cdot p_2 + c_l \cdot p_2 + c_{to} \cdot p_2 =$$

$$= 8 + 8 + 0,5 + 0,1 + 0,5 + 0,15 + 0,05 = 17,3 \text{ руб/м (себестоимость 2-го прог.)}$$

$$P_1 = P_1 - C_1 = 32 - 21,6 = 10,4 \text{ руб/м}$$

$$P_2 = P_2 - C_2 = 29,5 - 17,3 = 12,2 \text{ руб/м}$$

Поставим задачу:

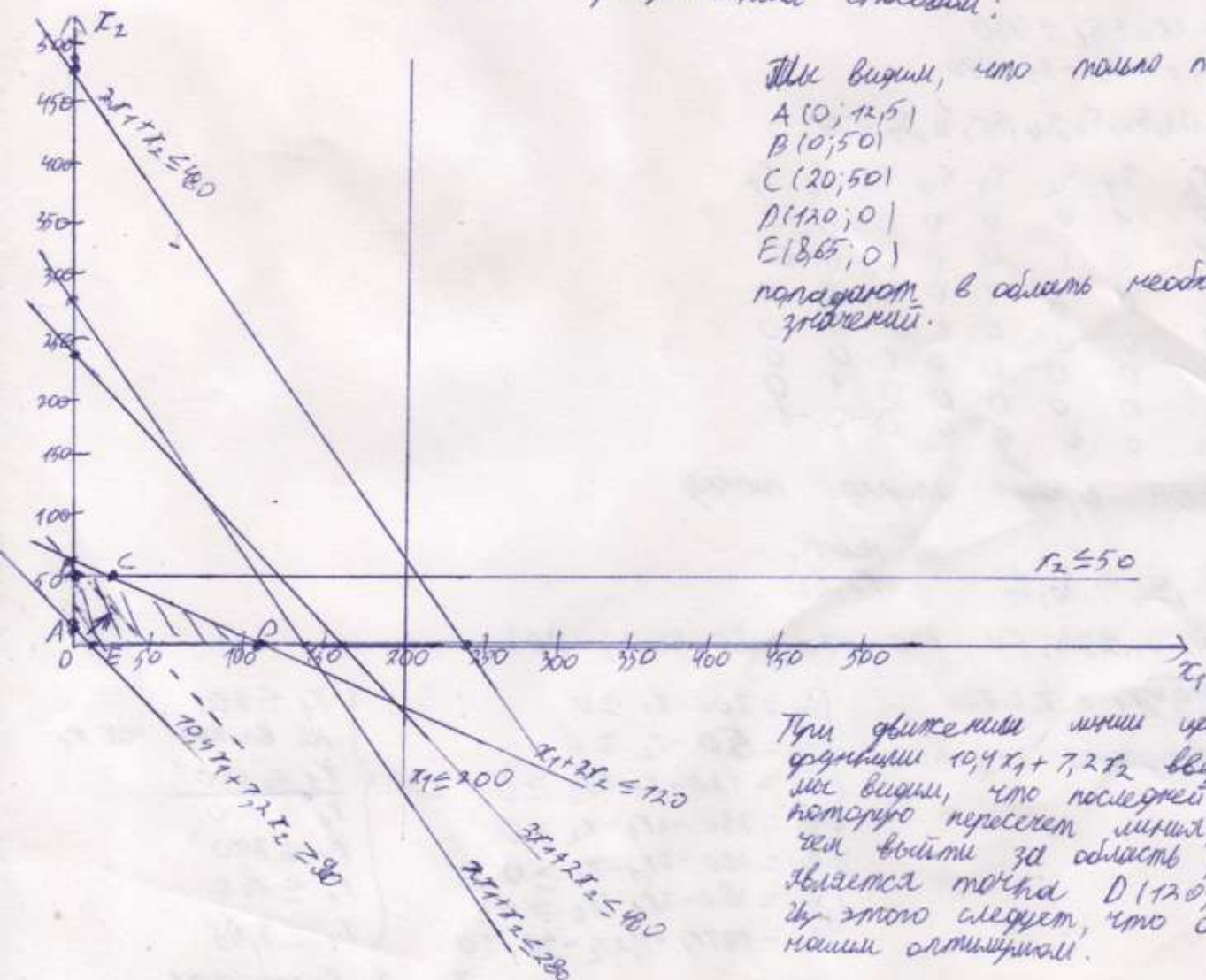
Целевая функция:

$$P_1 \cdot x_1 + P_2 \cdot x_2 \rightarrow \max = 10,4x_1 + 12,2x_2 \rightarrow \max$$

Тип ограничения:

$$\begin{cases} x_1 \leq D_1 \\ x_2 \leq D_2 \\ m_{11}x_1 + m_{12}x_2 \leq M_1 \\ m_{21}x_1 + m_{22}x_2 \leq M_2 \\ h_1x_1 + h_2x_2 \leq H \\ w_1x_1 + w_2x_2 \leq W \\ P_1x_1 + P_2x_2 \geq G \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases} = \begin{cases} x_1 \leq 200 \\ x_2 \leq 50 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 2x_1 + x_2 \leq 180 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \\ 10,4x_1 + 12,2x_2 \geq 90 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решим задачу оптимизации графическим способом:



Таким образом, что можно получить

$A(0; 12,5)$

$B(0; 50)$

$C(20; 50)$

$D(120; 0)$

$E(8,65; 0)$

попадают в область допустимых значений.

Таким образом, линия целевой функции  $10,4x_1 + 12,2x_2$  будет иметь вид, что последней точкой, которую пересечет линия, прежде чем выйти за область значений, является точка  $D(120; 0)$ . Из этого следует, что она является нашей оптимумом.

Получается бухгалтерская прибыль достигнет максимума при значениях  $x_1 = 120$ ;  $x_2 = 0$  (выпускаю 120 кг 1-ой продукции и 0 кг 2-ой) и составит  $10,4 \cdot 120 + 7,2 \cdot 0 = 1248$  рублей

Соответственно наша ~~оптимальная~~ оптимальная производственная программа.

- 120 кг 1-ой продукции
- 0 кг 2-ой продукции
- ~~получаемая~~ ~~оптимальная~~ прибыль составит 1248 рублей

б. Решим ту же задачу симплекс методом.

Аналитический способ

Запишем спецификацию в каноническом виде:

$$(x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7)$$

$$10,4 \cdot x_1 + 7,2 \cdot x_2 + 0 \cdot s_1 + 0 \cdot s_2 + 0 \cdot s_3 + 0 \cdot s_4 + 0 \cdot s_5 + 0 \cdot s_6 + 0 \cdot s_7 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + s_1 = 200 \\ x_2 + s_2 = 50 \\ x_1 + 2x_2 + s_3 = 120 \\ 2x_1 + x_2 + s_4 = 280 \\ 2x_1 + x_2 + s_5 = 480 \\ 3x_1 + 2x_2 + s_6 = 480 \\ 10,4x_1 + 7,2x_2 - s_7 = 90 \\ x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7 \geq 0 \end{cases}$$

$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$
1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	2	0	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0
3	2	0	0	0	0	0	1	0
10,4	7,2	0	0	0	0	0	0	-1

Найдем первого опорного плана

ОСН.

НОСН.

$s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7$

$x_1, x_2$

$$X_0 (0; 0; 200; 50; 120; 280; 480; 480; -90)$$

$$F = 10,4x_1 + 7,2x_2$$

$x_1$  - вводимая ( $x_1 \uparrow$ )

$$\begin{cases} s_1 = 200 - x_1 \geq 0 \\ s_2 = 50 - x_2 \geq 0 \\ s_3 = 120 - x_1 - 2x_2 \geq 0 \\ s_4 = 280 - 2x_1 - x_2 \geq 0 \\ s_5 = 480 - 2x_1 - x_2 \geq 0 \\ s_6 = 480 - 3x_1 - 2x_2 \geq 0 \\ s_7 = 10,4x_1 + 7,2x_2 - 90 \geq 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \\ \text{не входит на } x_1 \\ x_1 \leq 120 \\ x_1 \leq 140 \\ x_1 \leq 280 \\ x_1 \leq 160 \\ x_1 \geq 8,65 \\ s_7 \text{ выходящая} \end{cases}$$



Шаг 1

ОСН

 $S_1, S_2, X_1, S_4, S_5, S_6, S_7$ 

НДСН

 $S_3, X_2$  $X_1 (120, 0; 80, 50; 0, 40; 240; 120, 1158)$ 

$$F(X_1) = 10,4 \cdot (120 - S_3 - 2X_2) + 7,2 X_2 =$$

$$= 1248 - 10,4 S_3 - 20,8 X_2 + 7,2 X_2 =$$

$$= 1248 - 10,4 S_3 - 13,6 X_2$$

$$\begin{cases} S_1 = 200 - 120 + S_3 + 2X_2 \\ S_2 = 50 - X_2 \\ X_1 = 120 - S_3 - 2X_2 \\ S_4 = 280 - 240 + 2S_3 + X_2 \\ S_5 = 480 - 240 + 2S_3 + X_2 \\ S_6 = 480 - 360 + 3S_3 + X_2 \\ S_7 = 1248 - 90 + 10,4 S_3 + 13,6 X_2 \end{cases}$$

Коэффициенты отрицательны, поэтому optimum достигнуто!

 $X_1 = 120 \text{ кг}; X_2 = 0 \text{ кг}$ 

$$F_{\max} = 10,4 \cdot 120 + 7,2 \cdot 0 = 1248 \text{ руб.}$$

Составим таблицу

1 таблица

Базис	Вес коэф. в ЦФ	Своб. члены управл.	Коэф. при $X_1$	Коэф. при $X_2$	Коэф. при $S_1$	Коэф. при $S_2$	Коэф. при $S_3$	Коэф. при $S_4$	Коэф. при $S_5$	Коэф. при $S_6$	Коэф. при $S_7$	Опр.
		в ЦФ	10,4	7,2	0	0	0	0	0	0	0	
$S_1$	0	200	114	0	1	0	0	0	0	0	0	200
$S_2$	0	50	0	1	0	1	0	0	0	0	0	50
$S_3$	0	120	11	12	0	0	1	0	0	0	0	120
$S_4$	0	280	2	1	0	0	0	1	0	0	0	280
$S_5$	0	480	2	1	0	0	0	0	1	0	0	480
$S_6$	0	480	3	2	0	0	0	0	0	1	0	480
$S_7$	0	-90	-10,4	-7,2	0	0	0	0	0	0	1	—
Оценочная строка			-10,4	-7,2	0	0	0	0	0	0	0	

2 таблица

Базис	Вес	Своб. члены	$X_1$	$X_2$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	Опр.
$S_1$	0	80	0	7,2	0	0	-10,4	0	0	0	0	
$S_2$	0	50	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
$X_1$	10,4	120	1	2	0	0	1	0	0	0	0	
$S_4$	0	240	0	1	0	0	-2	1	0	0	0	
$S_5$	0	240	0	1	0	0	-2	0	1	0	0	
$S_6$	0	120	0	2	0	0	-3	0	0	1	0	
$S_7$	0	1158	0	-7,2	0	0	10,4	0	0	0	1	
Оценочная строка				13,6			10,4					



В' оптимальній справе все значення додативельные, значить оптимальн найден

$$x_1 = 120 \text{ кг}$$

$$x_2 = 0 \text{ кг}$$

$$F_{\max} = 10,4 \cdot 120 + 7,2 \cdot 0 = 1258 \text{ руб.}$$

7. Решение в Excel

Выполнено на листе "С 1.1 Бухгалтерская" в файле Excel. Табличные ответы совпадают с теми, что были получены графическим методом и симплекс методом.

8. Выполнено на листе "С 1.1-2 Бухгалтерская" в файле Excel.

Обоснование:  $10,4x_1 + 7,2x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \sim y_1 \\ x_2 \leq 50 \sim y_2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \sim y_3 \\ 2x_1 + x_2 \leq 280 \sim y_4 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \sim y_5 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \sim y_6 \\ -10,4x_1 + 7,2x_2 \leq -90 \sim y_7 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7)$  — множители

$$200y_1 + 50y_2 + 120y_3 + 280y_4 + 480y_5 + 480y_6 - 90y_7 \rightarrow \min$$

$$\begin{array}{c|cc} & x_1 & x_2 \\ \hline 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 1 \\ 5 & 2 & 1 \\ 6 & 3 & 2 \\ 7 & -10,4 & 7,2 \end{array}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 2 & 2 & 3 & -10,4 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & -7,2 \end{pmatrix}$$

||

$$\begin{cases} y_1 + y_3 + 2y_4 + 2y_5 + 3y_6 - 10,4y_7 \geq 10,4 \\ y_2 + 2y_3 + y_4 + y_5 + 2y_6 - 7,2y_7 \geq 7,2 \end{cases}$$

Чтобы линейная форма, полученная как взвешенная сумма левых частей всех ограничений с неотрицательными "ценами", была обратной функцией целевой функции, каждый ее коэффициент при переменной должен быть не меньше соответствующего коэффициента в целевой функции.



Ответ:  $u_3 = 10,4$   
 $f_{min} = 1248$

Интерпретация:

$f_{min} = 1248$ , то же значение, что и при решении прямой задачи. Нецелевая двойственная переменная только  $u_3 = 10,4$  (ограничение по материалу 1-го вида). Это означает, что один дополнительный килограмм материала 1-го вида увеличивает максимальную прибыль на  $\approx 10,4$  руб. Остальные ~~эти~~ переменные равны 0 и это значит, что они не являются дефицитными в оптимальном (при текущих условиях).

9. Вывод:

Оптимальные значения прямой и двойственной задач равны, что подтверждает теоретическое свойство сильной двойственности. Также по двойственной задаче был обнаружен дефицитный ресурс - материал 1-го вида. Возможно, стоит рассмотреть их закуп.

10. Возможные примеры формирования оптимальной производственной программы:

- Бухгалтерская прибыль: решение было показано выше и в Excel файле на листе "С 1.1. Бухгалтерия"

Цел. функция:

$$10,4x_1 + 7,2x_2 \rightarrow \max$$

Ограничения:

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \\ x_2 \leq 50 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 2x_1 + x_2 \leq 280 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \\ 10,4x_1 + 7,2x_2 \geq 90 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Ответ:  $x_1 = 120$  кг,  $x_2 = 0$  кг;  $F_{max} = 1248$  руб.

- Маржинальная прибыль: решение в Excel файле на листе "С 1.2 Маржинальная"

Цел. функция:

$$12x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$$

Ограничения

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \\ x_2 \leq 50 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 2x_1 + x_2 \leq 280 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \\ 12x_1 + 8x_2 \geq 474 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Целевая в расчете:

$$md_{TP1} = PP_1 - (CM-P_1 + CW-P_1 + CEP_1)$$

$$md_{TP2} = PP_2 - (CM-P_2 + CW-P_2 + CEP_2)$$

Постоянные затраты вынесены к B:

$$md_{TP1}x_1 + md_{TP2}x_2 \leq B + E \cdot pe + A + L + Q$$

$$md_{TP1}x_1 + md_{TP2}x_2 \rightarrow \max$$

Ответ:  $x_1 = 120$  кг,  $x_2 = 0$  кг;  $F_{max} = 1440$  руб.



Маржинальная прибыль на маш. ч. : решение в графе Excel  
 Целевая функция:  $6x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$  на листе "С 1.3 Маржинальн. на маш. ч."

~~$$\max 6x_1 + 8x_2$$~~  
~~$$2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$~~

Ограничения

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \\ x_2 \leq 50 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 2x_1 + x_2 \leq 280 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \\ 12x_1 + 8x_2 \geq 474 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0 \end{cases}$$

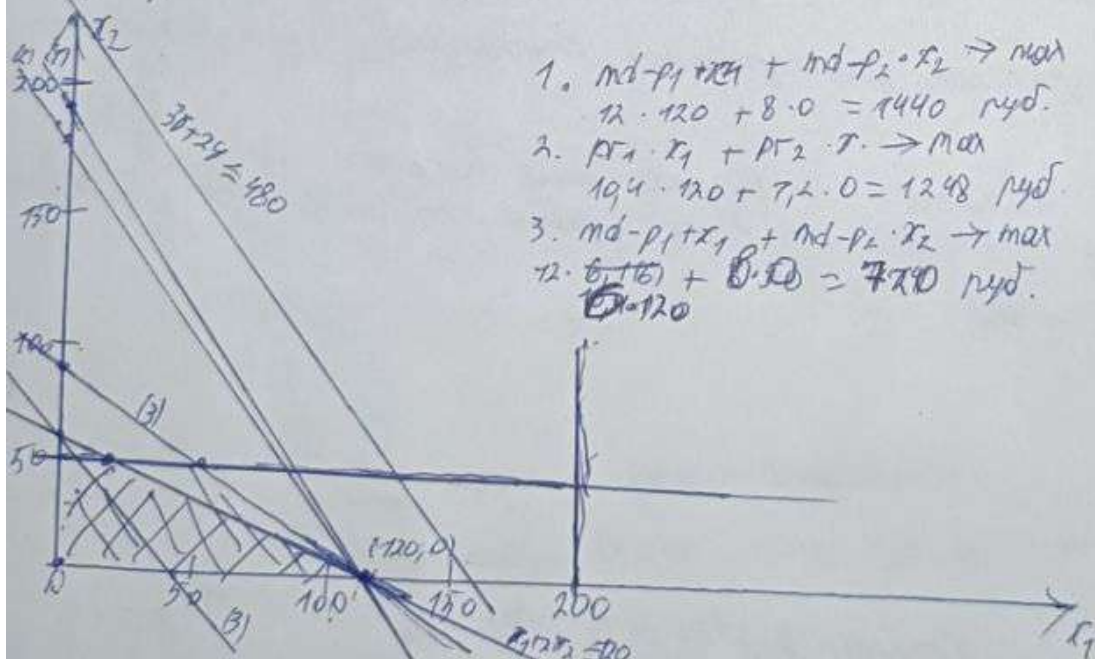
Упрощения в расчете:

$$\frac{md - p_1 \cdot x_1 + md - p_2 \cdot x_2}{k_1 \cdot x_1 + k_2 \cdot x_2} \rightarrow \max$$

$$\frac{md - p_1}{k_1} \cdot x_1 + \frac{md - p_2}{k_2} \cdot x_2 \rightarrow \max$$

Ответ:  $x_1 = \frac{120}{6,16} \text{ шт} ; x_2 = 0 \text{ шт} ; F_{\max} = \frac{8 \cdot 196,16}{720} \text{ руб.}$

Графическое представление:



- $md - p_1 \cdot x_1 + md - p_2 \cdot x_2 \rightarrow \max$   
 $12 \cdot 120 + 8 \cdot 0 = 1440 \text{ руб.}$
- $p_{x1} \cdot x_1 + p_{x2} \cdot x_2 \rightarrow \max$   
 $196,16 \cdot 120 + 72 \cdot 0 = 23539,2 \text{ руб.}$
- $md - p_1 \cdot x_1 + md - p_2 \cdot x_2 \rightarrow \max$   
 $12 \cdot 6,16 + 8 \cdot 0 = 73,92 \text{ руб.}$   
 $0,120$

Интерпретация: и т.д.

у первой и второй функции одинаковой точка соприкосновения  $(120, 0)$ , что показывает, что они упираются в максимальное ограничение первого вида.

Нужная функция при текущих ограничениях ~~не~~ позволяет ~~получить~~ ~~макс. прибыль~~.



1. Нет, не является, т.к. включает в себя стоимость продукции неужелее для учета издержек, которые в краткосрочном плане неизменны и искажают выбор.

12. Целевая функция в условии задачи указывает на то, что необходимо использовать приобретенное оборудование так, чтобы быстрее освоить производство. С этой точки зрения имеют смысл наращивать марж. прибыль на маш. <sup>субс.</sup> как основной критерий, но предварительно изменив ограничения. Если же ограничения изменить не удастся, то маржинальная прибыль является отличным критерием для оптимизации, т.к. маш. пока не освоены, то марж. прибыль на маш. <sup>субс.</sup> может вырасти, результатом меньше, тем марж. прибыль.

13. В условии указано, что у предприятия есть определенный бюджет для закупки материалов и найма доп. рабочих.

Исходя из этого мы можем ~~с~~ добавить доп. переменные в модель.

$q_1$  - доп. материалы 1-го вида в тн

$q_2$  - доп. материалы 2-го вида в тн

$dp$  - доп. работники на смену в чел.

А также добавим новое ограничение и изменим некоторые другие:

$$x_1 \leq D_1$$

$$x_2 \leq D_2$$

$$m_{11} \cdot x_1 + m_{12} \cdot x_2 \leq M_1 + q_1$$

$$m_{21} \cdot x_1 + m_{22} \cdot x_2 \leq M_2 + q_2$$

$$h_1 x_1 + h_2 x_2 \leq H$$

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 \leq W + dp$$

$$pm_1 \cdot q_1 + pm_2 \cdot q_2 + pw \cdot dp \leq M - \text{бюджет в рублях}$$

$$md \cdot p_1 \cdot x_1 + md \cdot p_2 \cdot x_2 \geq G + (E \cdot pe + A + L + Q)$$

$$x_1, x_2, q_1, q_2, dp \geq 0$$

14. Итоговая спецификация задачи модели:

$(x_1, x_2, q_1, q_2, dp)$  - снабженческая производственная программа

Цел. функция:

$$\frac{12x_1 + 8x_2}{2x_1 + 4x_2} \rightarrow \max$$

$$md \cdot p_1 \cdot x_1 + md \cdot p_2 \cdot x_2 \rightarrow \max, 12x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$$

Ограничения:

$$\begin{cases} x_1 \leq 200 \\ x_2 \leq 50 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 + q_1 \\ 2x_1 + x_2 \leq 280 + q_2 \\ 2x_1 + x_2 \leq 480 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 480 \cdot (1 + dp) \\ 3q_1 + 2q_2 + 4dp \leq 2440 \\ 12x_1 + 8x_2 \geq 474 \\ x_1, x_2, q_1, q_2, dp \geq 0 \end{cases}$$



Решение в файле Excel на листе "С 2.2 Маржинальный"

Исходная задача:

Исходные данные:

$$x_1 = 200 \text{ кг}$$

$$x_2 = 50 \text{ кг}$$

$$q_1 = 180 \text{ кг}$$

$$q_2 = 170 \text{ кг}$$

$$dp = 0,25 \text{ чел. (120 чел-часов)}$$

$$F_{\max} = 2800 \text{ руб.}$$

Было потрачено всего 881 руб. из бюджета в 2440 руб.

Двойственная задача: (Решение в файле Excel на листе "С 2.2-1 Маржинальный")

Результат:

$$y_1 = 12 \quad F_{\min} = 2800$$

$$y_2 = 8$$

Данный результат говорит о том, что <sup>маржа</sup> спрос является "узким местом" и стоит рассмотреть пути на маркетинг, чтобы его увеличить.

Рассмотрим еще критерий бухгалтерская прибыль, чтобы подтвердить наше высказывание в 11 пункте.

Цел. функция:

(Решение в файле Excel на листе

"С 2.1 Бухгалтерская")

$$10,4 \cdot x_1 + 7,2 \cdot x_2 \rightarrow \max$$

Ограничения:

Результат:

$$x_1 = 200 \text{ кг}$$

$$x_2 = 50 \text{ кг}$$

$$q_1 = 180 \text{ кг}$$

$$q_2 = 170 \text{ кг}$$

$$dp = 0,25 \text{ чел. (120 чел. часов)}$$

$$F_{\max} = 2440 \text{ рублей.}$$

Итоговая прибыль меньше, чем при маржинальной прибыли как пример, что подтверждает вывод сделанный в 11 пункте.

15. Стоит рассмотреть возможность увеличения спроса путем трат на маркетинг, т.е. это является "бухгалтерским маркетингом" в итоговой спецификации модели. Также возможно стоит рассмотреть изменение цены для каждого товара, чтобы повысить прибыль.