
Решение задачи ЛП средствами EXCEL

Описание ситуации и ЭММ задачи

Требуется определить план выпуска 4 видов продукции. На изготовление расходуются трудовые ресурсы, сырье и финансы. Границы выпуска каждого вида продукции, а так же наличие и нормы расхода ресурсов, прибыль на единицу продукции приведены в таблице:

Ресурсы	Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Продукт 4	Наличие
Труд	2	1	2	2	36
Сырье	8	5	6	5	85
Финансы	10р.	8р.	10р.	15р.	180р.
нижн. гр.	1	1	2	3	
верхн. гр.	6	-	4	5	
Прибыль	800р.	700р.	1 200р.	1 500р.	

Необходимо создать производственный план, обеспечивающий наибольшую прибыль.

Экономико - математическая модель задачи:

$$F = 800x_1 + 700x_2 + 1200x_3 + 1500x_4 \Rightarrow \max$$

Ограничения на ресурсы:

$$\begin{cases} 2x_1 + 1x_2 + 2x_3 + 2x_4 \leq 36, \\ 8x_1 + 5x_2 + 6x_3 + 5x_4 \leq 85, \\ 10x_1 + 8x_2 + 10x_3 + 15x_4 \leq 180; \end{cases}$$

Ограничения на выпуск:

$$\begin{cases} 1 \leq x_1 \leq 6, \\ 1 \leq x_2, \\ 2 \leq x_3 \leq 4, \\ 3 \leq x_4 \leq 5. \end{cases}$$

Модель для решения задачи в Excel

Для решения задачи средствами Excel удобно подготовить на листе Excel модель следующего вида:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Продукт 1 (X1)	Продукт 2 (X2)	Продукт 3 (X3)	Продукт 4 (X4)	Общая прибыль	=	4 200р.
2	Прибыль:	800р.	700р.	1 200р.	1 500р.			
3	Количество выпуска:	1	1	1	1			
4		Ограничения						
5	На ресурсы:							
6		Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Продукт 4	Используется на выпуск:		Наличие
7	Труд	2	1	2	2	7	<=	36
8	Сырье	8	5	6	5	24	<=	85
9	Финансы	10р.	8р.	10р.	15р.	43р.	<=	180р.
10								
11	На выпуск продукции:							
12		Нижняя граница спроса:		Количество выпуска:	Верхняя граница спроса:			
13	Продукт 1 (X1)	1	<=	1	<=	6		
14	Продукт 2 (X2)	1	<=	1	<=	1000000		
15	Продукт 3 (X3)	2	<=	1	<=	4		
16	Продукт 4 (X4)	3	<=	1	<=	5		

Вид листа с формулами, описывающими модель

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Продукт 1 (X1)	Продукт 2 (X2)	Продукт 3 (X3)	Продукт 4 (X4)	Общая прибыль	=	=СУММПРОИЗВ(B2:E2;B3:E3)
2	Прибыль:	800	700	1200	1500			
3	Количество выпуска:	1	1	1	1			
4				Ограничения				
5	На ресурсы:							
6		Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Продукт 4	Используется на выпуск:		Наличие
7	Труд	2	1	2	2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:\$E\$3;B7:E7)	<=	36
8	Сырье	8	5	6	5	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:\$E\$3;B8:E8)	<=	85
9	Финансы	10	8	10	15	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:\$E\$3;B9:E9)	<=	180
10								
11	На выпуск:							
12		Нижняя граница спроса:		Количество выпуска:		Верхняя граница спроса:		
13	Продукт 1 (X1)	1	<=	=B3	<=	6		
14	Продукт 2 (X2)	1	<=	=C3	<=	1000000		
15	Продукт 3 (X3)	2	<=	=D3	<=	4		
16	Продукт 4 (X4)	3	<=	=E3	<=	5		

Решение задачи в Excel

Для решения задачи используется команда **Сервис/Поиск решения**.

После выполнения команды появится окно:

Ячейки с исходными данными, которые будут подбираться в процессе решения (количество выпускаемых изделий)

Ячейка с формулой для расчета значения ЦФ (Общая прибыль)

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению: минимальному значению

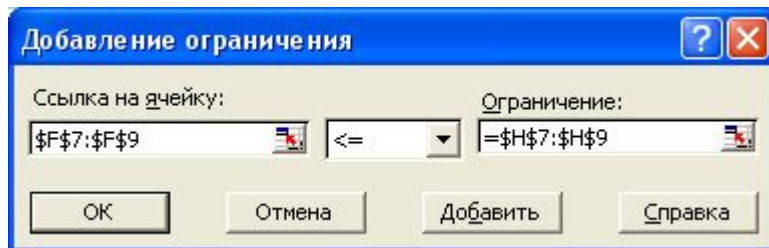
Изменяя ячейки:

Ограничения:

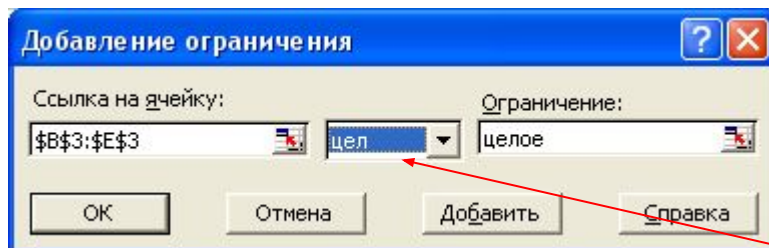
Для добавления ограничений нажать кнопку **Добавить**.

Добавление ограничений

Вид окна для добавления ограничений:



В окне на рисунке добавляется ограничение на использование ресурсов



Ограничение, задающее
целочисленность для
изменяемых ячеек

Окно для задания параметров поиска решения

Установка флажка "**Линейная модель**" обеспечивает ускорение поиска решения линейной задачи за счет применения симплекс-метода и дает возможность получить информацию в отчете по **устойчивости**, необходимую для анализа результатов (только для задач линейного программирования).

Параметры поиска решения

Максимальное время: 100 секунд

Предельное число итераций: 100

Относительная погрешность: 0,000001

Допустимое отклонение: 5 %

Сходимость: 0,0001

Линейная модель Автоматическое масштабирование

Неотрицательные значения Показывать результаты итераций

Оценки: линейная квадратичная

Разности: прямые центральные

Метод поиска: Ньютона сопряженных градиентов

OK
Отмена
Загрузить модель...
Сохранить модель...
Справка

Установка флажка "**Неотрицательные значения**" позволяет установить нулевую нижнюю границу для тех изменяемых ячеек, для которых она не указана в ограничениях.

Окончательный вид окна поиска решения для рассматриваемого примера

Для нахождения решения нажать кнопку **Выполнить**.

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению:

минимальному значению

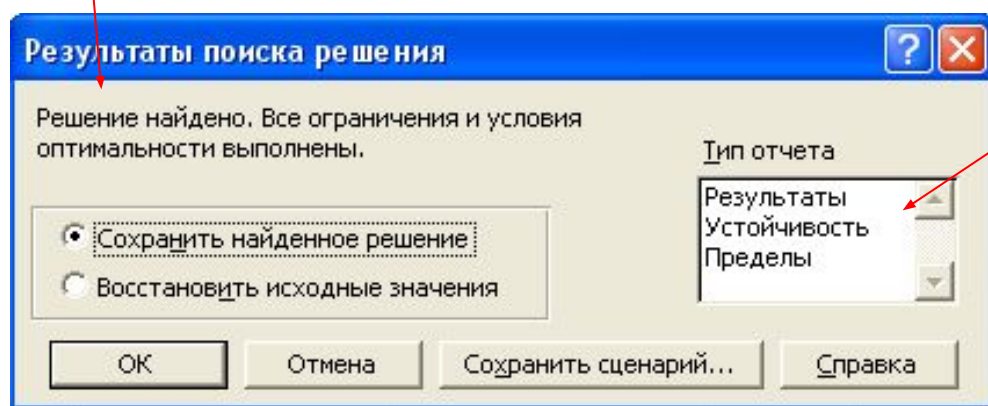
Изменяя ячейки:

Ограничения:

\$D\$13:\$D\$16 >= \$B\$13:\$B\$16
\$F\$7:\$F\$9 <= \$N\$7:\$N\$9

Окно «Результаты поиска решения»

В появившемся окне «Результаты поиска решения» отображается информация о том, найдено или нет решение.



В этом окне можно выбрать тип отчета, щелкнув по нему мышкой.

Отчеты по **устойчивости** и по **пределам** нельзя получить, если на изменяемые переменные наложены ограничения целочисленности. Для получения более полной информации в отчете по **устойчивости** нужно в окне задания параметров установить флажок "**Линейная модель**".

Анализ оптимального решения на чувствительность в Excel

Отчет по результатам

Отчет по результатам состоит из трех таблиц:

Таблица 1
содержит
информацию о
ЦФ

Целевая ячейка (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходно	Результат
\$H\$1	=	4 200р.	17 020р.

Таблица 2 содержит
информацию о значе-
ниях переменных,
полученных в резуль-
тате
решения задачи

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходно	Результат
\$B\$3	Количество выпуска: Продукт 1 (X1)	1	1
\$C\$3	Количество выпуска: Продукт 2 (X2)	1	5,6
\$D\$3	Количество выпуска: Продукт 3 (X3)	1	4
\$E\$3	Количество выпуска: Продукт 4 (X4)	1	5

Таблица 3
показывает
результаты
оптимального
решения для
ограничений и
для граничных
условий

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	формула	Статус	Разница
\$F\$7	Труд Используется на выпуск:	25,6	\$F\$7<=\$H\$7	не связан.	10,4
\$F\$8	Сырье Используется на выпуск:	85	\$F\$8<=\$H\$8	связанное	0
\$F\$9	Финансы Используется на выпуск	170р.	\$F\$9<=\$H\$9	не связан.	10,2
\$D\$13	<= Количество выпуска:	1	\$D\$13>=\$B\$13	связанное	0
\$D\$14	<= Количество выпуска:	5,6	\$D\$14>=\$B\$14	не связан.	4,6
\$D\$15	<= Количество выпуска:	4	\$D\$15>=\$B\$15	не связан.	2
\$D\$16	<= Количество выпуска:	5	\$D\$16>=\$B\$16	не связан.	2
\$D\$13	<= Количество выпуска:	1	\$D\$13<=\$F\$13	не связан.	5
\$D\$14	<= Количество выпуска:	5,6	\$D\$14<=\$F\$14	не связан.	999994,4
\$D\$15	<= Количество выпуска:	4	\$D\$15<=\$F\$15	связанное	0
\$D\$16	<= Количество выпуска:	5	\$D\$16<=\$F\$16	связанное	0

Анализ оптимального решения на чувствительность в Excel

Отчет по устойчивости

Отчет по устойчивости состоит из двух таблиц.

Таблица 1 содержит информацию, относящуюся к переменным

Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$B\$3	Количество выпуска: Продукт 1 (X1)	1	0	800	320	1E+30
\$C\$3	Количество выпуска: Продукт 2 (X2)	5,6	0	700	300	200
\$D\$3	Количество выпуска: Продукт 3 (X3)	4	0	1200	1E+30	360
\$E\$3	Количество выпуска: Продукт 4 (X4)	5	0	1500	1E+30	800

Таблица 2 содержит информацию, относящуюся к ограничениям

Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$F\$7	Труд Используется на выпуск	25,6	0	36	1E+30	10,4
\$F\$8	Сырье Используется на выпуск	85	140	85	6,375	29
\$F\$9	Финансы Используется на выпуск	170р.	0р.	180	1E+30	10,2
\$D\$13	<= Количество выпуска:	1	-320	1	2,875	1
\$D\$14	<= Количество выпуска:	5,6	0	1	4,6	1E+30
\$D\$15	<= Количество выпуска:	4	0	2	2	1E+30
\$D\$16	<= Количество выпуска:	5	0	9	2	1E+30
\$D\$13	<= Количество выпуска:	1	0	6	1E+30	5
\$D\$14	<= Количество выпуска:	5,6	0	1000000	1E+30	999994,4
\$D\$15	<= Количество выпуска:	4	360	4	3,833333333	2
\$D\$16	<= Количество выпуска:	5	800	5	1,457142857	2