

## Методические указания к лабораторной работе № 7

### Решение задач линейного программирования с помощью надстройки "Поиск решения"

#### Постановка задачи

Руководство фирмы предполагает производить продукцию двух видов –  $A_1$  и  $A_2$ . На их производство затрачиваются сырьевые ресурсы, время работы оборудования и денежные средства. На изготовление одного изделия вида  $A_1$  затрачивается 0,3 усл. ед. сырья, 0,2 ч работы оборудования и 1,6 ден. ед. На одно изделие вида  $A_2$  затрачиваются: 0,4 усл. ед. сырья, 0,5 ч работы оборудования и 1 ден. ед.

Фирма имеет на своем складе недельный запас сырья в количестве 170 усл. ед. и может использовать оборудование не больше чем 160 ч в неделю. На изготовление продукции планируется выделять 800 ден. ед. в неделю.

Реализация одного изделия вида  $A_1$  приносит 2 ден. ед. прибыли, а реализация одного изделия вида  $A_2$  приносит 4 ден. ед. прибыли.

Руководство фирма желает знать, сколько изделий каждого вида следует выпускать фирме в неделю, чтобы получить максимальную прибыль от их реализации?

#### Математическая модель

**Переменные.** Так как необходимо определить объемы производства каждого вида изделий, то переменными в модели являются:

$x_1$  — количество выпущенных за неделю изделий вида  $A_1$ ;

$x_2$  — количество выпущенных за неделю изделий вида  $A_2$ .

**Целевая функция.** Руководство фирмы желает получить максимальную прибыль от реализации произведенных фирмой изделий. Так как прибыль от продажи изделий вида  $A_1$  составит  $2x_1$  ден. ед., а вида  $A_2$  –  $4x_2$  ден. ед., то целевая функция, выражающая суммарную недельную прибыль от реализации выпускаемой продукции, будет равна:

$$F = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max.$$

**Ограничения.** Ограничения в математической модели отражают ограниченность материальных, временных и денежных ресурсов, используемых при производстве продукции.

*Ограничение на расход сырья:*  $0,3x_1 + 0,4x_2 \leq 170$  (выражение в левой части неравенства определяет суммарный расход сырья на изготовление двух видов изделий).

*Ограничение на время использования оборудования:*  $0,2x_1 + 0,5x_2 \leq 160$  (выражение в левой части неравенства определяет суммарное время работы оборудования при изготовлении двух видов изделий).

*Ограничение на денежные средства:*  $1,6x_1 + 1 \cdot x_2 \leq 800$  (выражение в левой части неравенства определяет суммарные денежные затраты на изготовление двух видов изделий).

По смыслу задачи объемы выпускаемой продукции принимают целочисленные значения и не могут быть отрицательными, поэтому к приведенным выше ограничениям необходимо добавить еще такие:  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ ,  $x_1, x_2$  – целые.

Математическая модель задачи имеет вид:

$$F = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$0,3x_1 + 0,4x_2 \leq 170, \quad (2)$$

$$0,2x_1 + 0,5x_2 \leq 160, \quad (3)$$

$$1,6x_1 + 1 \cdot x_2 \leq 800, \quad (4)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_1, \quad x_2 - \text{целые}. \quad (5)$$

Переменные  $x_1$  и  $x_2$  входят во все условия модели в первой степени, поэтому модель является линейной.

### Решение задачи средствами MS Excel

Таблица с исходными данными и формулами для расчета может быть оформлена следующим образом:

	A	B	C	D	E	F
1	Виды ресурсов	Затраты на изготовление одного изделия вида		Объем ресурсов		Суммарные затраты ресурса на выпуск продукции
2		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>			
3	сырье, усл. ед.	0,3	0,4	170		
4	время работы оборудования, ч	0,2	0,5	160		
5	денежные затраты, ден. ед.	1,6	1	800		
6						
7	Прибыль от реализации ед-цы продукции, ден. ед.	2	4			
8						
9	Объемы выпуска продукции в неделю					
10						
11	Суммарная прибыль от реализации продукции, ден. ед.					

Рис. 1. Таблица с исходными данными

**Задание исходных данных задачи.** Коэффициенты (затраты ресурсов на изготовление единицы продукции) и правые части (объем имеющихся или выделяемых в неделю ресурсов) ограничений (2)–(4) для каждого вида ресурса введены в соответствующие клетки диапазона **B3:D5**. Коэффициенты целевой функции (1) введены в соответствующие клетки диапазона **B7:C7**.

**Область переменных задачи.** Клетки диапазона **B9:C9** соответствуют переменным задачи и будут содержать результат ее решения.

**Ввод формул,** определяющих выражения целевой функции и ограничений:

<b>B11</b>	=СУММПРОИЗВ(B7:C7;B9:C9)	или	=B7*B9+C7*C9
<b>F3</b>	=СУММПРОИЗВ(B3:C3;B9:C9)	или	=B3*B9+C3*C9
<b>F4</b>	=СУММПРОИЗВ(B4:C4;B9:C9)	или	=B4*B9+C4*C9

<b>F5</b>	=СУММПРОИЗВ(B5:C5;B9:C9)	или	=B5*B9+C5*C9
-----------	--------------------------	-----	--------------

*Замечание.* Клетки **F4** и **F5** могут быть заполнены копирование формулы  
 =СУММПРОИЗВ(B3:C3;B\$9:C\$9) (или =B3\*B\$9+C3\*C\$9),  
 введенной в клетку **F3**.

### Поиск решения с помощью надстройки «Поиск решения»

1. Следует задать параметры поиска решения, заполняя поля в диалоговом окне (рис. 2):
  - 1) целевая функция – **B11**;
  - 2) критерий – максимум;
  - 3) переменные – **B9:C9**.

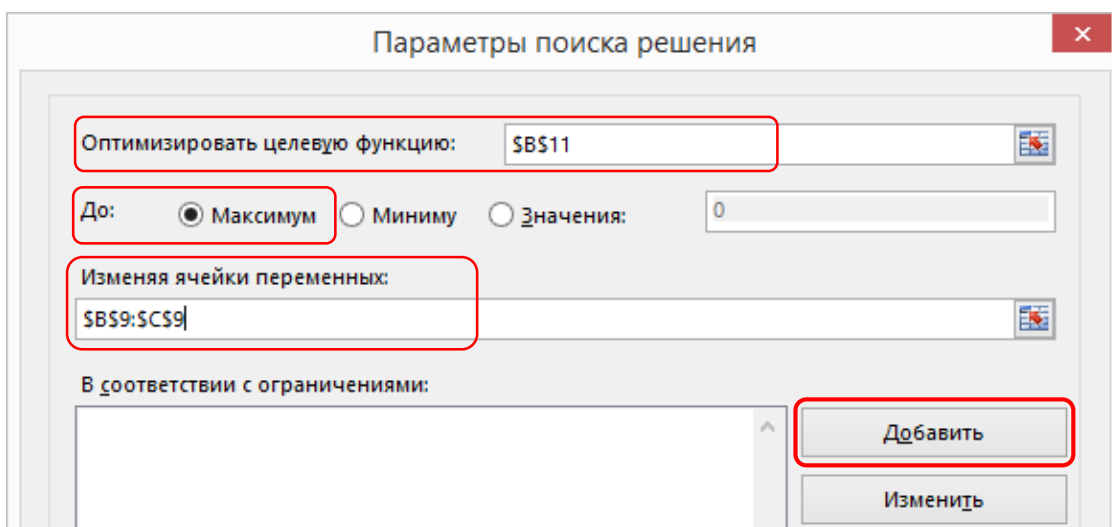


Рис. 2. Диалоговое окно **Параметры поиска решения** (фрагмент)

2. Добавить ограничения (2)–(4) математической модели заполнением полей диалогового окна **Добавление ограничения**, например, так, как показано на рис. 3 при добавлении ограничения (2).

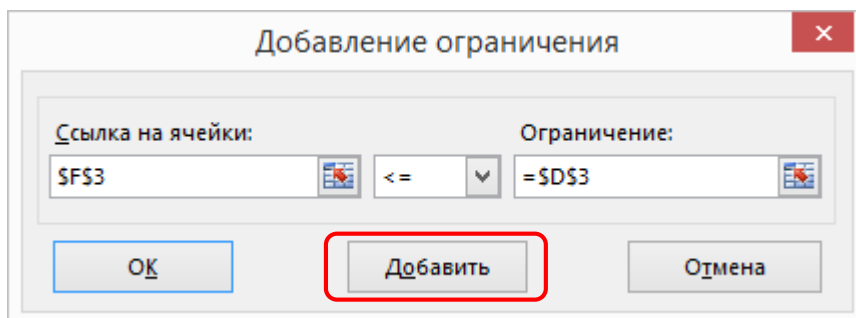
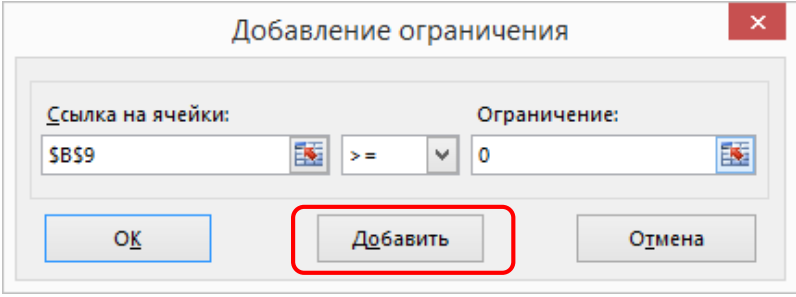


Рис. 3. Диалоговое окно **Добавление ограничения**

3. Добавить ограничения неотрицательности переменных  $x_1$  и  $x_2$  так, как показано на рис. 4 для первой переменной.



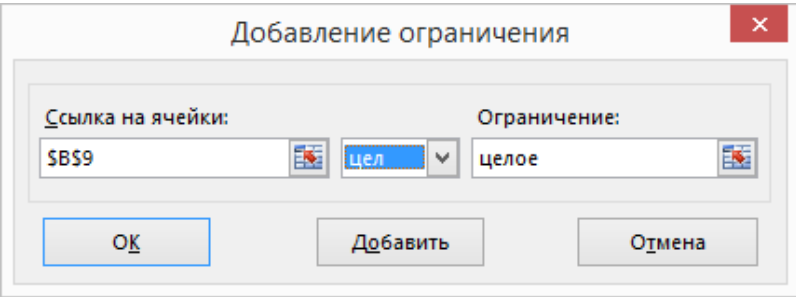
Добавление ограничения

Ссылка на ячейки: \$B\$9 Ограничение: >= 0

ОК Добавить Отмена

Рис. 4. Добавление ограничения неотрицательности для переменной  $x_1$

4. Добавить ограничения на целочисленность переменных  $x_1$  и  $x_2$  так, как показано на рис. 5 для первой переменной.



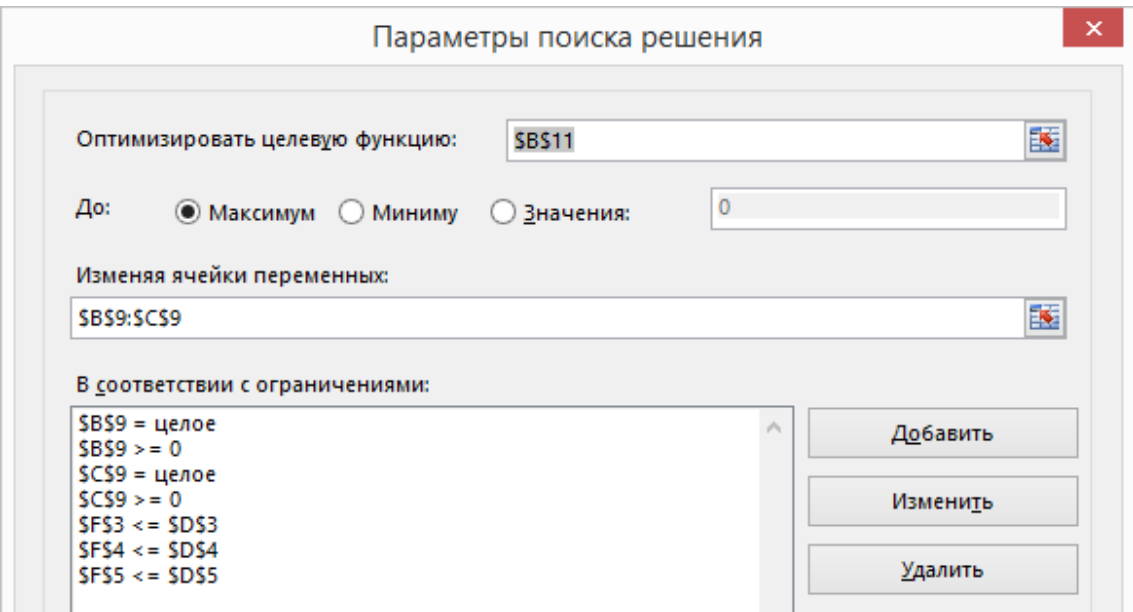
Добавление ограничения

Ссылка на ячейки: \$B\$9 Ограничение: Цел целое

ОК Добавить Отмена

Рис. 5. Добавление ограничения на целочисленность для переменной  $x_1$

После добавления всех ограничений (добавление ограничений завершается нажатием кнопки «ОК») параметры поиска решения будут иметь такие значения, как показано на рис. 6.



Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: \$B\$11

До:  Максимум  Минимум  Значения: 0

Изменяя ячейки переменных: \$B\$9:\$C\$9

В соответствии с ограничениями:

- \$B\$9 = целое
- \$B\$9 >= 0
- \$C\$9 = целое
- \$C\$9 >= 0
- \$F\$3 <= \$D\$3
- \$F\$4 <= \$D\$4
- \$F\$5 <= \$D\$5

Добавить Изменить Удалить

Рис. 6. Диалоговое окно **Параметры поиска решения** (фрагмент)

Неотрицательность переменных (ограничения (5) математической модели) может быть указана включением параметра:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

#### 5. Выбрав метод решения

Выберите метод решения: Поиск решения лин. задач симплекс-методом

следует активизировать поиск решения нажатием кнопки «**Найти решение**» (рис 7).

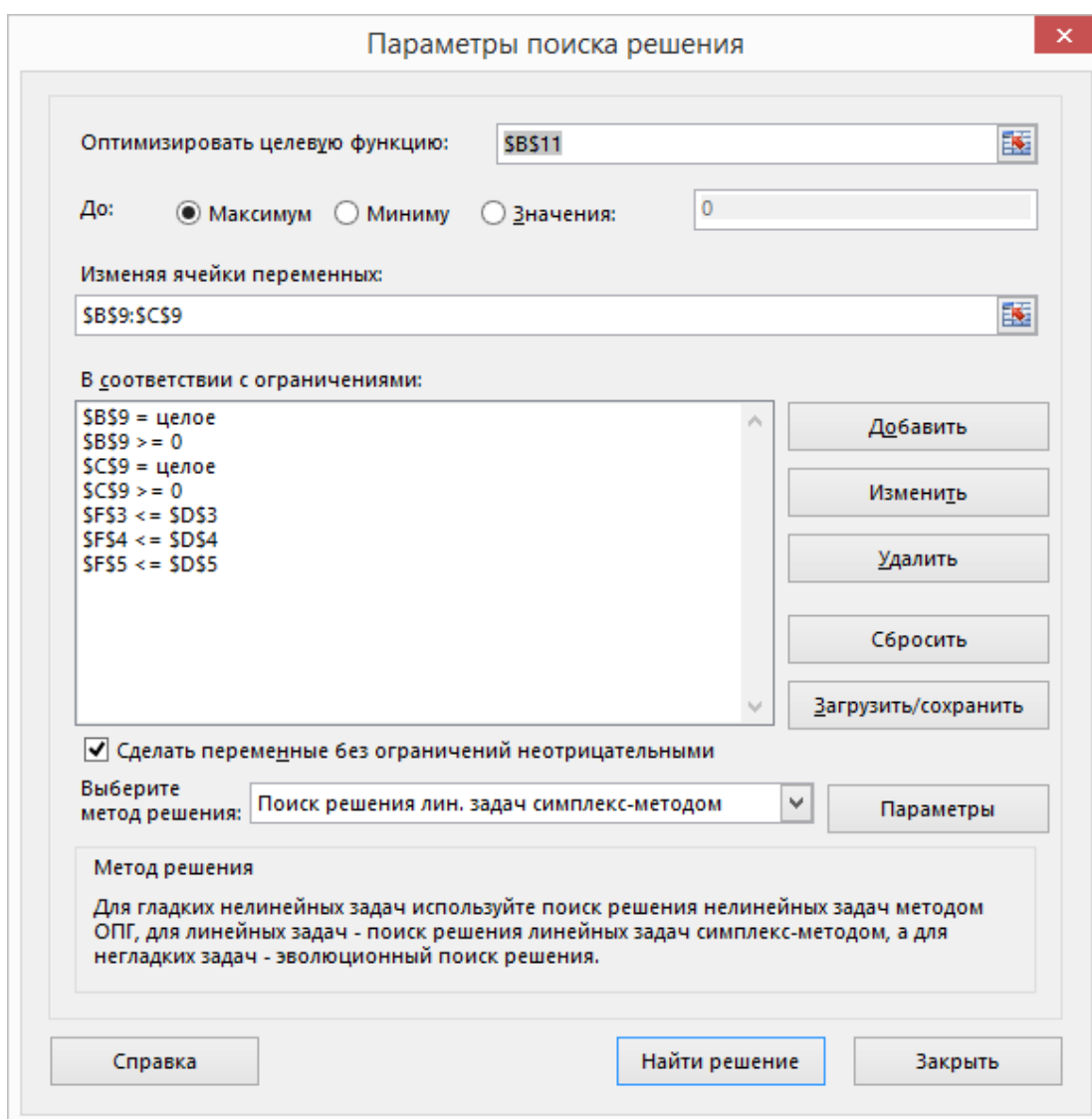


Рис. 7. Диалоговое окно **Параметры поиска решения**

При успешном поиске решения его результат после вывода окна **Результаты поиска решения** (рис. 8) сохраняются по нажатию кнопки «**ОК**».

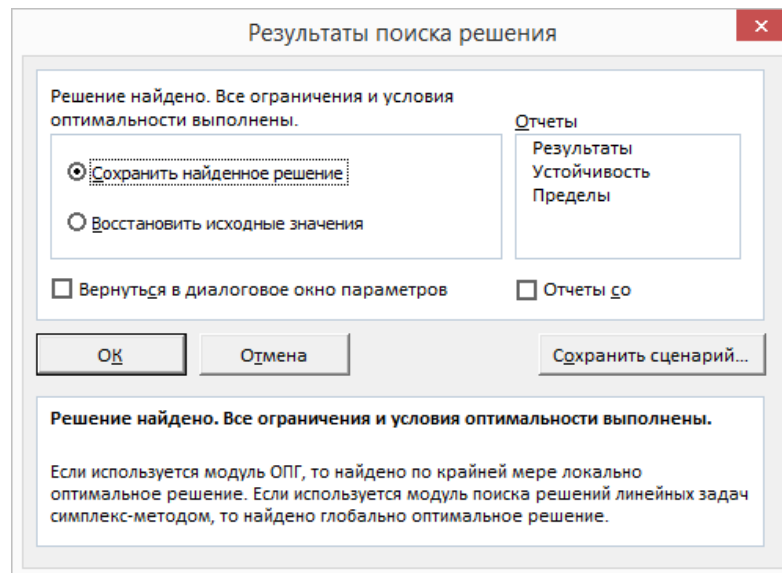


Рис. 8. Диалоговое окно **Результаты поиска решения**

Результаты решения задачи приведены на рис 9.

	A	B	C	D	E	F
1	Виды ресурсов	Затраты на изготовление одного изделия вида		Объем ресурсов		Суммарные затраты ресурса на выпуск продукции
2		<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>			
3	сырье, усл. ед.	0,3	0,4	170		170
4	время работы оборудования, ч	0,2	0,5	160		160
5	денежные затраты, ден. ед.	1,6	1	800		680
6						
7	Прибыль от реализации ед-цы продукции, ден. ед.	2	4			
8						
9	Объемы выпуска продукции в неделю	300	200			
10						
11	Суммарная прибыль от реализации продукции, ден. ед.	1400				

Рис. 9. Результаты решения задачи (1)–(5)

Максимальная прибыль от реализации продукции (содержимое клетки **B11**) будет достигнута, если недельный объем выпуска изделий вида  $A_1$  составит 300 единиц (содержимое клетки **B9**), а выпуск изделий вида  $A_2$  – 200 единиц (содержимое клетки **C9**). При этом суммарные затраты всех ресурсов определяют содержимое клеток **F3**, **F4** и **F5**.