

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

Е.Е. Фомина, Е.И. Боброва

Использование надстройки *Поиск решения*
для решения задач в MS Excel

Методические указания

Тверь 2020

УДК 004(075.8)
ББК 32.973.26-018.2я7

Рецензенты: кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информатики и прикладной математики» Тверского государственного технического университета Смирнов М.А.

Фомина, Е.Е., Боброва, Е.И. Использование надстройки *Поиск решения* для решения задач в MS Excel: методические указания [Электронный ресурс] / Е.Е. Фомина, Е.И. Боброва. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2020. 20 с.

В методических указаниях описано назначение и основные возможности надстройки *Поиск решения* в MS Excel. Разобраны классы задач, которые могут быть решены с использованием данного инструмента.

Методические указания предназначены для студентов направлений подготовки «Экономика» и «Экономическая безопасность», изучающих дисциплины «Информатика», «Информационные технологии».

© Тверской государственный
технический университет, 2020
© Фомина Е.Е., Боброва Е.И., 2020

Оглавление

1. Основные сведения	4
<i>Назначение надстройки.....</i>	<i>4</i>
<i>Установка надстройки.....</i>	<i>4</i>
<i>Описание окна</i>	<i>5</i>
2. Решение задач с помощью надстройки <i>Поиск решения</i>.....	7
<i>Задача 1. Поиск минимального значения функции одной переменной</i> <i>(без ограничений)</i>	<i>7</i>
<i>Задача 2. Поиск минимального значения функции нескольких переменных</i> <i>(без ограничений)</i>	<i>10</i>
<i>Задача 3. Поиск максимального значения функции нескольких переменных</i> <i>(с ограничениями).....</i>	<i>12</i>
<i>Задача 4. Расчет процента премии</i>	<i>14</i>
<i>Задача 5. Составление штатного расписания</i>	<i>16</i>
<i>Задача 6. Решение систем линейных уравнений.....</i>	<i>18</i>

1. Основные сведения

Назначение надстройки

Поиск решения – надстройка MS Excel, позволяющая находить максимальное, минимальное или заданное значение одной ячейки (называемой *целевой*), изменяя при этом значения других ячеек, связанных с целевой.

Инструмент поиск решения находится на вкладке *Данные*.

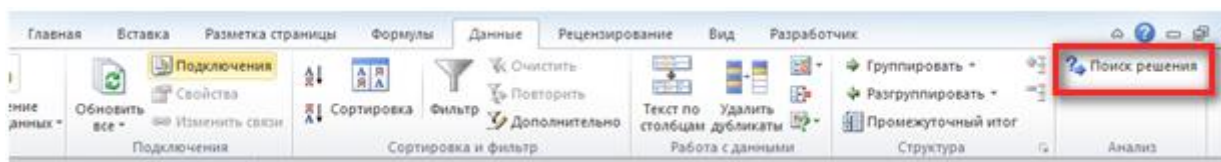


Рис. 1. Вкладка Данные

Установка надстройки

Если на вкладке *Данные* кнопки *Поиск решения* нет, то её можно добавить следующим образом:

1. Открывается вкладка *Файл* (в MS Excel 2013/2016) или нажимается

кнопка  (в MS Excel 2007/2010). Далее нажимается кнопка *Параметры* и выбирается раздел *Надстройки*. В раскрывающемся списке *Управление* выбирается строка *Надстройки Excel*, далее нажимается кнопка *Перейти* (рис. 2).

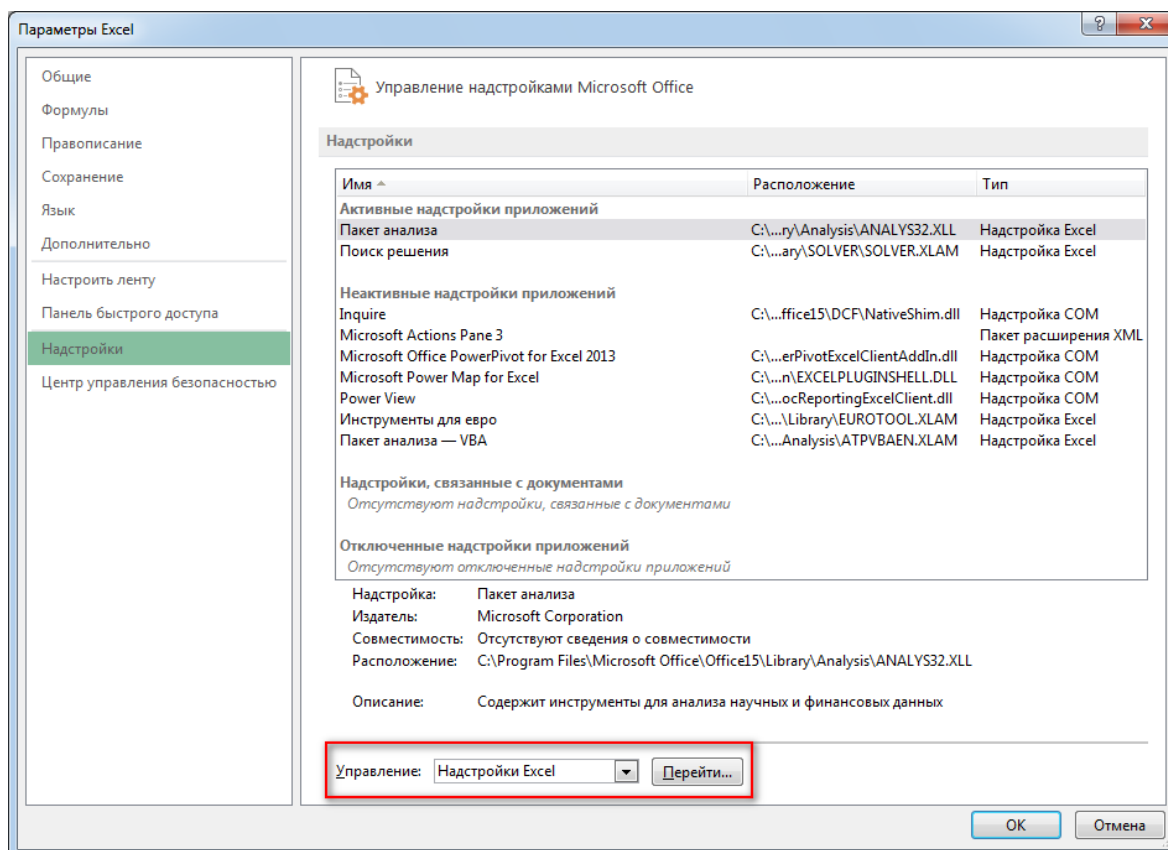


Рис. 2. Надстройки

2. Отмечается опция *Поиск решения* (рис. 3). После установки инструмент появится во вкладке *Данные*.

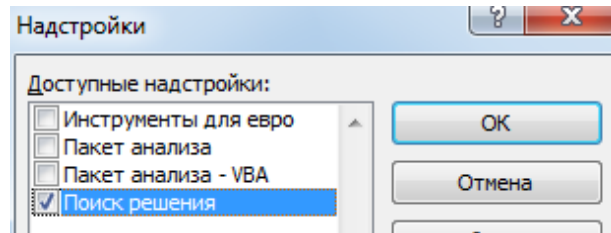


Рис. 3. Поиск решения

Описание окна

Окно надстройки *Поиск решения* представлено на рис. 4.

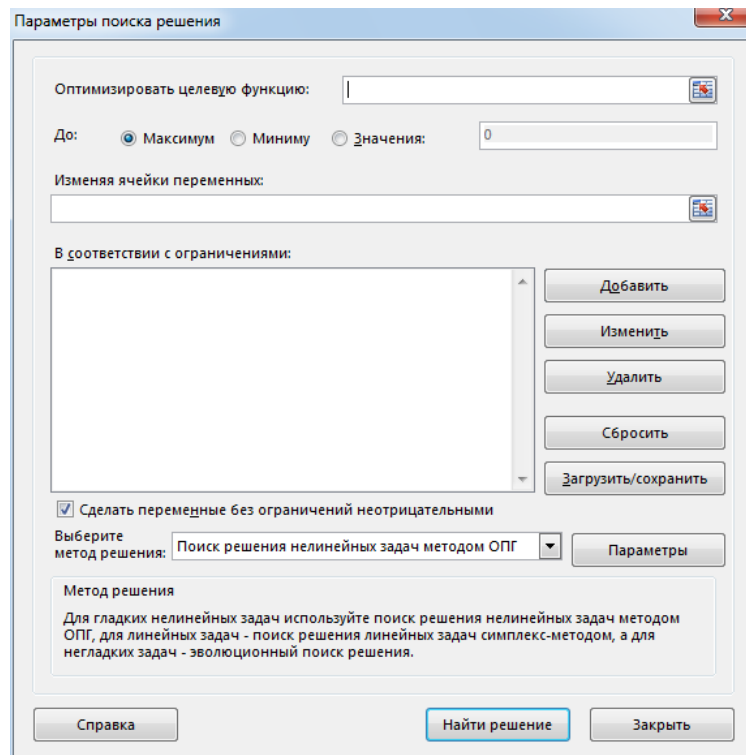


Рис. 4. Окно надстройки Поиск решения

Оно содержит следующие основные разделы:

- *Оптимизировать целевую функцию.* В этом окне указывается адрес целевой ячейки, значение которой необходимо минимизировать, максимизировать или приравнять к определенному значению. *Целевая ячейка должна быть единственной;*
- Опции *Минимум, Максимум, Значения;*
- *Изменяя ячейки переменных.* В этом окне указываются адреса ячеек с переменными, или неизвестными задачи, значения которых нужно подобрать таким образом, чтобы оптимизировать целевую ячейку. Целевая функция зависит от изменяемых ячеек и связана с ними некоторой формулой. Количество неизвестных не должно превосходить 200;
- *В соответствии с ограничениями.* Окно содержит ограничения, которым должны удовлетворять переменные задачи. Кнопки *Добавить,*

Изменить, *Удалить* управляют ограничениями, их действия интуитивно понятны.

- Если в пределах одного рабочего листа Excel необходимо рассмотреть несколько моделей оптимизации (например, найти максимум и минимум одной функции или максимальные значения нескольких функций), то удобнее сохранить эти модели, используя кнопку *Загрузить/сохранить*. Диапазон для сохраняемой модели содержит информацию о целевой ячейке, об изменяемых ячейках, о каждом из ограничений и все значения окна диалога *Параметры*. Выбор сохраненной ранее модели для решения конкретной оптимизационной задачи осуществляется также с помощью кнопки *Загрузить/сохранить*.

- Флажок в поле *Сделать переменные без ограничений неотрицательными* позволяет не вводить дополнительно ограничения на изменяемые ячейки, если их значения неотрицательны.

- Раздел *Выберите метод решения* позволяет определить метод решения задачи. Поиск решения в зависимости от типа решаемых задач, позволяет использовать следующие методы:

Симплексный метод – используется для решения линейных задач;

Метод ОПГ (обобщенного приведенного градиента) - используется для решения гладких нелинейных задач;

Эволюционный поиск решения - используется для решения негладких задач.

- Кнопка *Найти решение* запускает процесс решения задачи.

Если в процессе выполнения процедуры поиска решения решение найти не удалось, однако известно, что оно существует, то рекомендуется изменить настройки инструмента и повторно запустить его. Настройки устанавливаются в диалоговом окне *Параметры*, которое открывается нажатием одноименной кнопки (рис. 5).

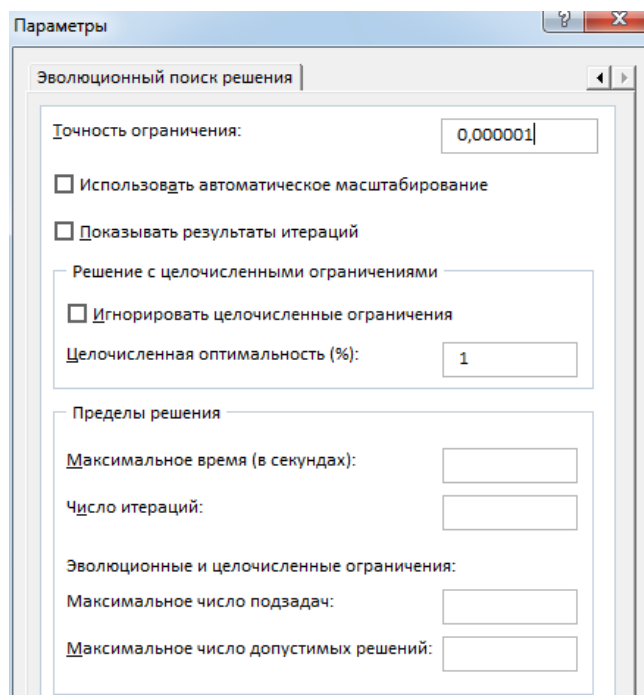


Рис. 5. Окно *Параметры*

Ниже описаны основные настройки вкладки *Все методы*.

- *Точность ограничения*. Указывает, насколько точно выполняются ограничения. Задача может быть решена быстрее, если задать меньшую точность.
- *Использовать автоматическое масштабирование*. Служит для автоматической нормализации входных и выходных значений, значительно различающихся по величине.
- *Показывать результаты итераций*. Если этот параметр активизирован, то после выполнения очередной итерации решение приостанавливается, и отображаются найденные результаты.
- *Игнорировать целочисленные ограничения*. При установке этого параметра игнорируются ограничения, определяющие, что значения должны быть целыми. Применение этого параметра иногда позволяет найти решение, которое в противном случае обнаружить нельзя.
- *Максимальное время*. Предоставляет возможность ограничить максимальное время решения задачи (в секундах). Если появится сообщение, что время на решение задачи истекло, то его можно добавить.
- *Число итераций*. Используется для ввода максимального числа промежуточных решений, допустимых при поиске решения.
- *Максимальное число подзадач*. Параметр предназначен для решения сложных задач. Позволяет задать максимальное количество подзадач, которые могут использоваться при применении эволюционного алгоритма.
- *Максимальное число допустимых решений*. Параметр предназначен для решения сложных задач. Позволяет задать максимальное количество приемлемых решений, которые могут использоваться при применении эволюционного алгоритма.

Две другие вкладки диалогового окна *Параметры* содержат дополнительные настройки, используемые методами обобщенного приведенного градиента и эволюционного поиска.

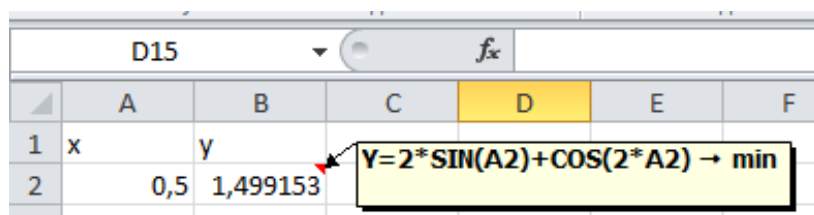
2. Решение задач с помощью надстройки *Поиск решения*

Задача 1. Поиск минимального значения функции одной переменной (без ограничений)

Найти минимум функцию $Y=2*\sin(X)+\cos(2*X)$ на отрезке от 0 до 1.

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные (рис. 6).



	A	B	C	D	E	F
1	x	y				
2	0,5	1,499153				

Рис. 6. Исходные данные

В ячейку **A2** (ячейку с переменной X) на начальном этапе решения задачи вводится произвольное значение из отрезка $[0;1]$ (в нашем случае 0,5). Далее *Поиск решения* подберет такое значение переменной X , при котором функция Y минимальна. Таким образом, ячейка **A2** является *изменяемой ячейкой*.

В ячейке **B2** записывается *целевая функция* (выражение для функции Y)

$$=2*\text{SIN}(A2)+\text{COS}(2*A2)$$

и добавляется примечание с пояснением.

Для добавления примечания ячейка **B2** выделяется, далее нажимается правая кнопка мыши, выбирается команда *Вставить примечание*.

Для того, чтобы примечание всегда отображалось на экране, не зависимо от того, какая ячейка активна, необходимо выделить ячейку **B2**, нажать правую кнопку мыши и выбрать команду *Отобразить/скрыть примечание*.

2. Выполняется команда *Данные → Поиск решения*.

Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 7).

Параметры надстройки не изменялись. В качестве метода решения выбран метод ОПГ.

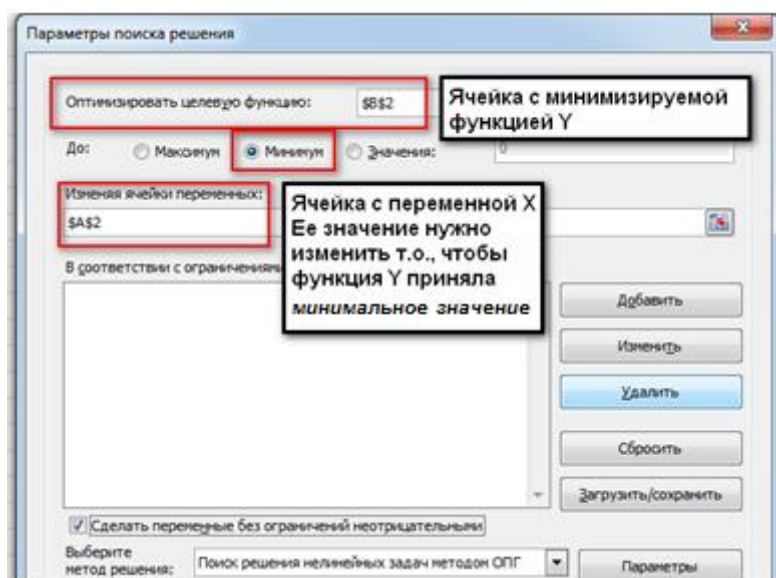


Рис. 7. Поиск решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*.

В ячейку **A2** будет помещено значение X при котором целевая функция Y (ячейка **B2**) принимает минимальное значение (рис. 8).

Ответ: $X = 0$; $Y = 1$.

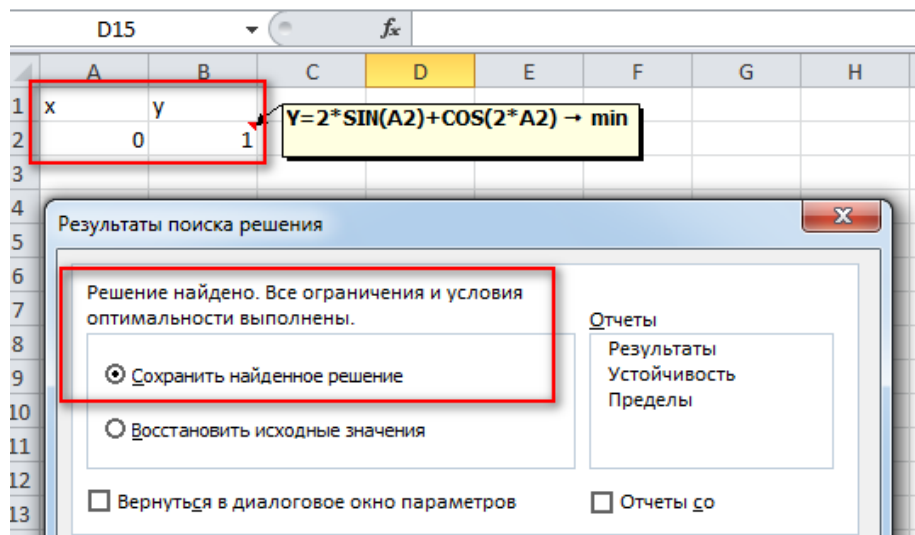


Рис. 8. Найденное решение

Важное замечание!

Инструмент *Поиск решения* позволяет найти *локальный минимум* (или максимум), т.е. минимум (максимум) в окрестности начальной точки. Так, например, в задаче 1 осуществлялся поиск минимума на отрезке $[0;1]$. В качестве начального значения было выбрано число 0,5.

Построим график функции $Y=2*\sin(X)+\cos(2*X)$ на отрезке от 0 до 6,4 (рис. 9).

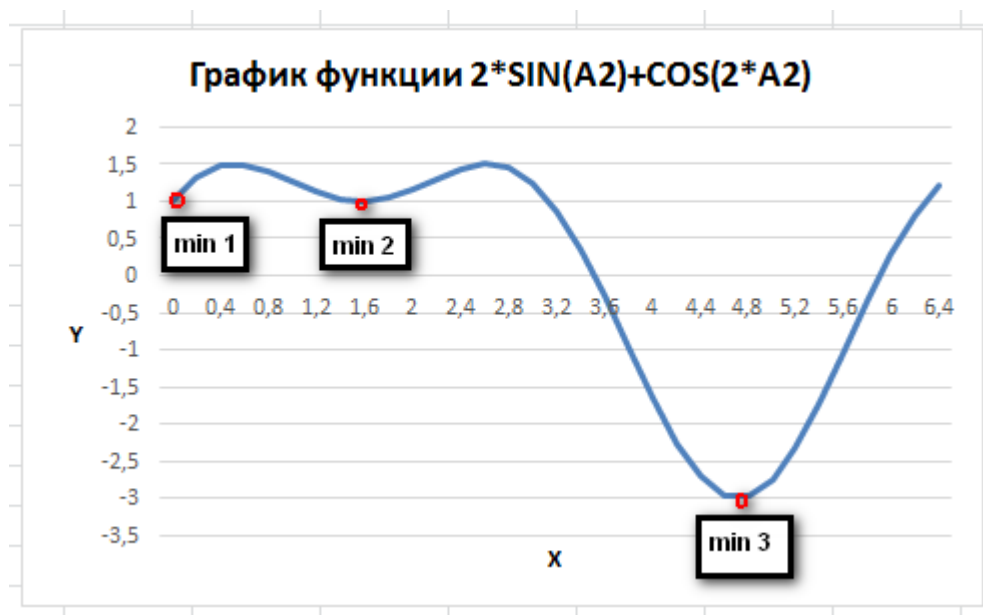


Рис. 9. График функции

Как можно видеть на рис. 9, на $[0; 6,4]$ функция имеет 3 локальных минимума: *min 1* на расположен на отрезке $[0; 1]$, *min 2* – на отрезке $[1,2; 2]$, *min 3* – на $[4,4; 5,2]$.

Первый минимум, расположенный на отрезке $[0; 1]$, был найден в ходе описанного выше решения.

Для поиска второго минимума, расположенного на отрезке $[1,2; 2]$, в ячейку A2 вводится произвольное значение из этого отрезка, например, число 1,5.

Поиск решения вызывается вновь, настройки можно не менять.
 Ответ: $X = 0,57$; $Y = 1$ (рис. 10).

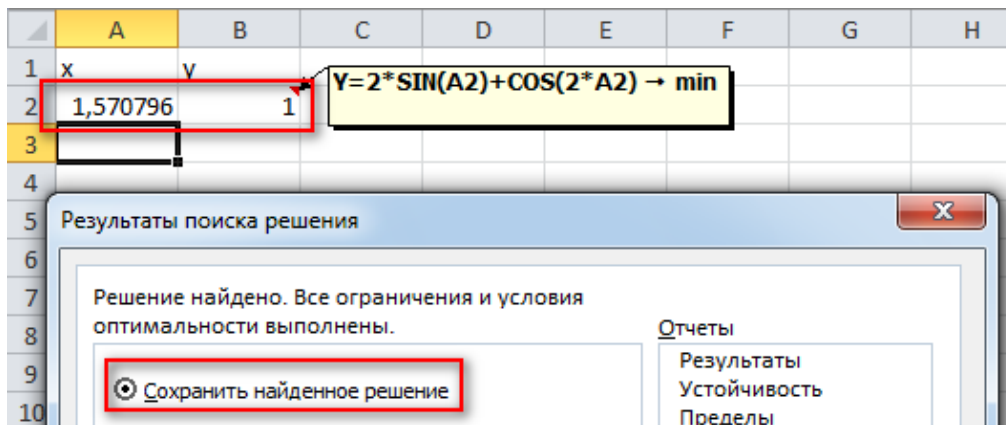


Рис. 10. Поиск второго минимума

Для поиска третьего минимума, расположенного на отрезке $[4,4; 5,2]$, в ячейку $A2$ вводится произвольное значение из этого отрезка, например, число 4,5, далее вызывается *Поиск решения*.

Ответ: $X = 4,71$; $Y = -3$ (рис. 11).

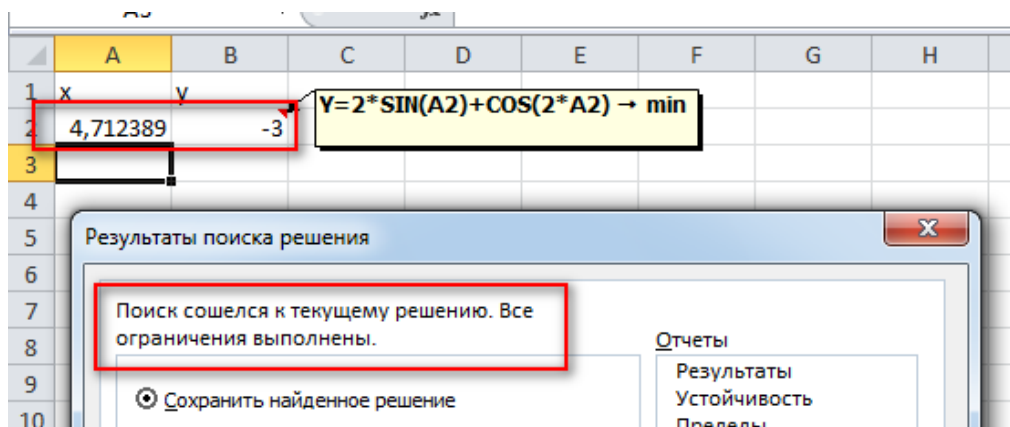


Рис. 11. Поиск третьего минимума

Задача 2. Поиск минимального значения функции нескольких переменных (без ограничений)

Найти минимальное значение функции

$$Z = 2*(X+1)^2 + 2*X*Y + 2*(Y+1)^2 + 3$$

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные (рис. 12).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X=	0,00						
2	Y=	0,00						
3	Z=	7,00						
4								

Рис. 12. Исходные данные

Так как для данной задачи сложно определить окрестность, в которой находится минимум, в ячейки **B1** и **B2** на начальном этапе решения задачи введем произвольные значения (в нашем случае 0). Далее *Поиск решения* подберет такие X и Y , при которых функция Z минимальна.

Если *Поиск решения* не сможет определить минимум в окрестности этой точки, исходные данные следует поменять.

Таким образом, ячейки **B1** и **B2** является *изменяемыми*.

В ячейке **B3** записывается *целевая функция* Z

$$=2*(B1+1)^2+2*B1*B2+2*(B2+1)^2+3$$

и добавляется примечание с пояснением.

Для добавления примечания ячейка **B3** выделяется, далее нажимается правая кнопка мыши, выбирается команда *Вставить примечание*.

Для того, чтобы примечание всегда отображалось на экране, не зависимо от того, какая ячейка активна, необходимо выделить ячейку **B3**, нажать правую кнопку мыши и выбрать команду *Отобразить/скрыть примечание*.

2. Выполните команду меню *Данные* → *Поиск решения*.

Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 13).

Параметры надстройки не изменялись. В качестве метода решения выбран метод ОПГ.

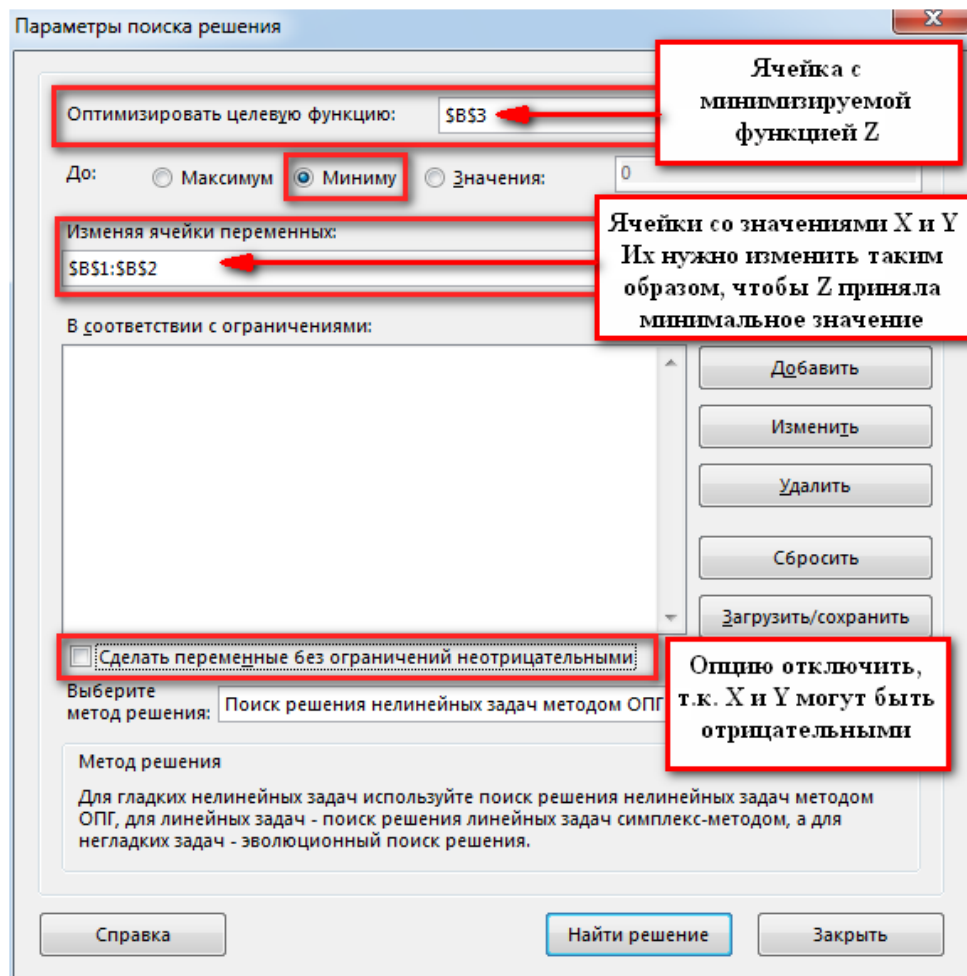


Рис. 13. Поиск решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*. В ячейки **B1** и **B2** будут помещены значения X и Y при которых функция Z (ячейка **B3**) принимает минимальное значение.

Ответ: $X = -0,67$; $Y = -0,67$; $Z = -4,33$ (рис. 14).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X=	-0,67						
2	Y=	-0,67						
3	Z=	4,33	=2*(B1+1)^2+2*B1*B2+2*(B2+1)^2+3 → min					
4								
5								

Рис. 14. Результат решения

Задача 3. Поиск максимального значения функции нескольких переменных (с ограничениями)

Найти *максимальное* значение функции $Z = X^2 + Y^2$, при условии: $2X + 2Y = 1$.

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные (рис. 15).

	A	B	C	D	E
1	X=	0,50			
2	Y=	0,50			
3	Z=	0,50			
4	Левая часть ограничения	2			
5					
6					

Рис. 15. Результат решения

В ячейки **B1** и **B2** на начальном этапе решения задачи вводятся произвольные значения (в нашем случае 0,5 и 0,5). Далее *Поиск решения* подберет такие X и Y , при которых функция Z минимальна и выполняется ограничение.

Если *Поиск решения* не сможет определить максимум в окрестности этой точки, исходные данные следует поменять.

Таким образом, ячейки **B1** и **B2** является *изменяемыми* ячейками.

В ячейке **B3** записывается *целевая функция* Z

$$=B1^2+B2^2$$

и добавляется примечание с пояснением.

В ячейку **B4** вводится *формула*, соответствующая *левой части ограничения* и добавляется примечание:

$$=2*B1+2*B2$$

2. Выполняется команда *Данные* → *Поиск решения*.

Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 16). (Для добавления ограничения нажмите кнопку *Добавить!*)

Параметры надстройки не изменялись. В качестве метода решения выбран метод ОПГ.

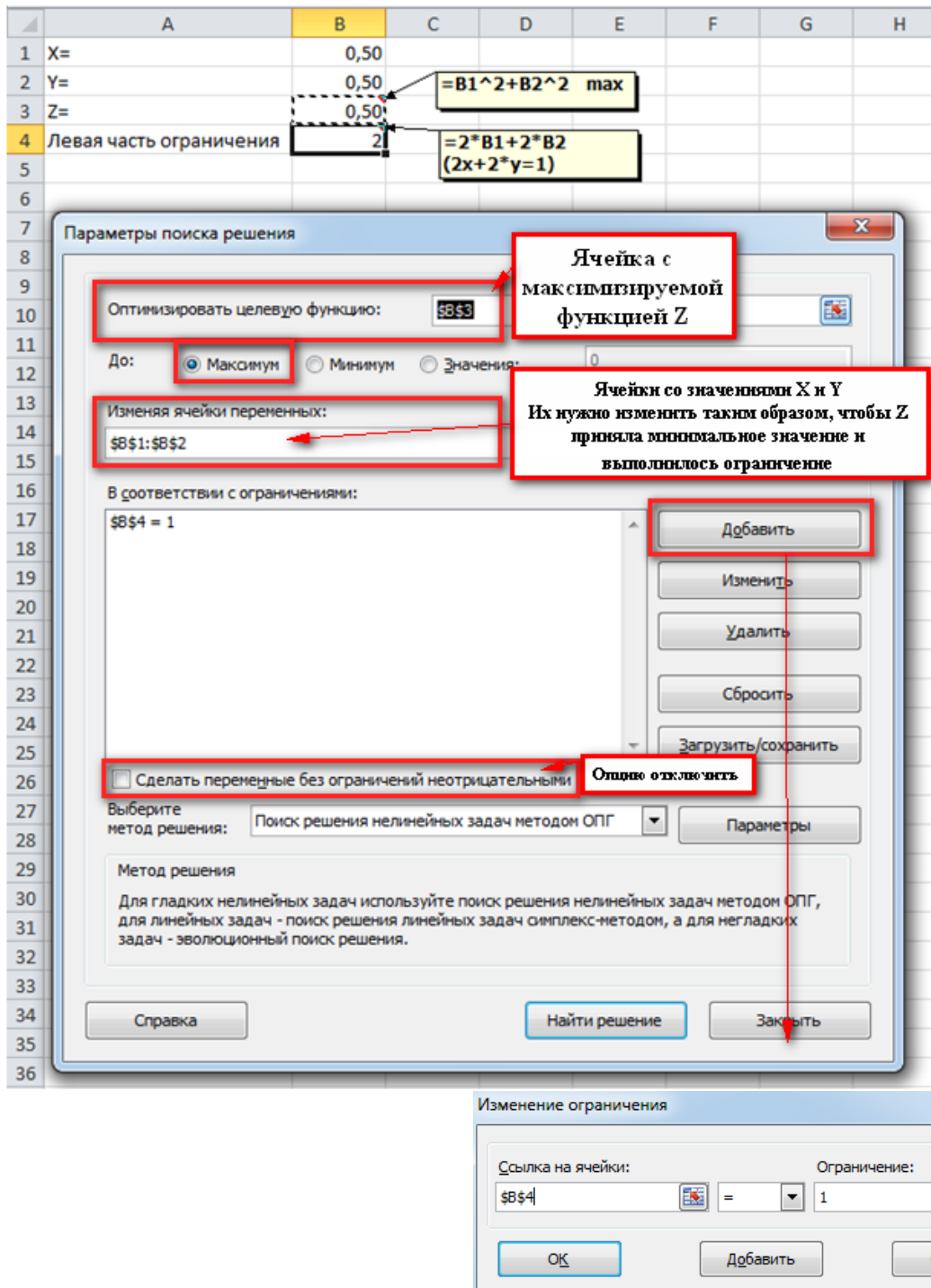


Рис. 16. Поиск решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*. В ячейках **B1** и **B2** будут помещены значения X и Y при которых функция Z (ячейка **B3**) принимает максимальное значение и выполняется ограничение (рис. 17).

Ответ: $X = 0,25$; $Y = 0,25$; $Z = 0,13$;
ограничение: $2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 = 1$ (рис. 17).

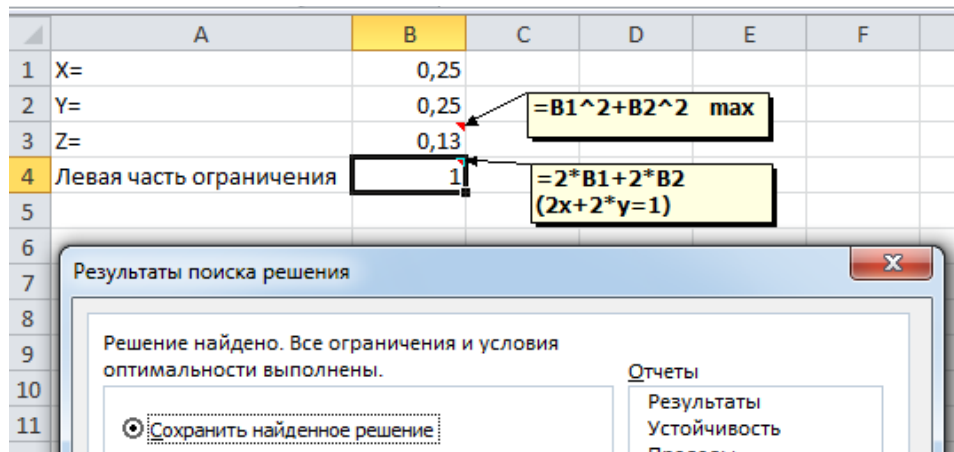


Рис. 17. Результат решения

Задача 4. Расчет процента премии

На предприятии ежемесячно начисляют премию, которая составляет определённый процент от оклада ($\text{Премия} = \text{Оклад} * \text{Процент премии}$).

Процент премии зависит от суммарного фонда заработной платы.

Необходимо подобрать такой процент премии, чтобы суммарный расходимый фонд заработной платы составил 580 000 руб.

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные. Составляется ведомость, производится расчет *Премии*, *Итого* и *Суммарного фонда* (рис. 18). На начальном этапе решения задачи будем полагать процент премии равным нулю (ячейка **C1**). Далее *Поиск решения* подберет оптимальное значение.

Таким образом, ячейка **C1** в данной задаче является *изменяемой*.

Ячейка **E24** с суммарным фондом заработной платы является *целевой*. Ее значение нужно оптимизировать.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Процент премии	0			Премия = Оклад * Процент премии	
2							
3	№ пп.	ФИО	Оклад	Премия	Итого	Итого = Оклад + Премия	
4	1	Александров И.Н.	32000	=C4*\$C\$1	=C4+D4		
5	2	Афанасьев М.И.	25000	=C5*\$C\$1	=C5+D5		
6	3	Бакин С.М.	26800	=C6*\$C\$1	=C6+D6		
7	4	Викторова И.О.	34200	=C7*\$C\$1	=C7+D7		
8	5	Иванов П.Т.	35000	=C8*\$C\$1	=C8+D8		
9	6	Камнев В.М.	26900	=C9*\$C\$1	=C9+D9		
10	7	Комова О.Р.	18500	=C10*\$C\$1	=C10+D10		
11	8	Краснов В.В.	40500	=C11*\$C\$1	=C11+D11		
12	9	Кузнецов Т.М.	26000	=C12*\$C\$1	=C12+D12		
13	10	Кузнецова И.Н.	31000	=C13*\$C\$1	=C13+D13		
14	11	Михайлов Е.П.	26000	=C14*\$C\$1	=C14+D14		
15	12	Михайлова А.П.	23000	=C15*\$C\$1	=C15+D15		
16	13	Николаев А.Р.	15600	=C16*\$C\$1	=C16+D16		
17	14	Новиков И.И.	34000	=C17*\$C\$1	=C17+D17		
18	15	Петрова И.Н.	25000	=C18*\$C\$1	=C18+D18		
19	16	Самуйлов С.С.	19000	=C19*\$C\$1	=C19+D19		
20	17	Смирнова П.Д.	21000	=C20*\$C\$1	=C20+D20		
21	18	Соколов М.Н.	23000	=C21*\$C\$1	=C21+D21		
22	19	Тимофеев И.О.	26500	=C22*\$C\$1	=C22+D22		
23	20	Тихомиров К.А.	24300	=C23*\$C\$1	=C23+D23		
24			Суммарный фонд	=СУММ(E4:E23)		Суммарное значение столбца Итого	

Рис. 18. Исходные данные

2. Выполняется команда *Данные* → *Поиск решения*.

Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 19).

Параметры надстройки не изменялись. В качестве метода решения выбран симплекс-метод.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☐ Минимум ☒ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

Ячейка с суммарным фондом заработной платы. Его значение должно быть равно 580 000

Ячейка с процентом премии

В соответствии с ограничениями:

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

Параметры

Справка

Найти решение

Закрыть

Рис. 19. Окно Поиска решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*. В ячейке *C1* будет подобран процент премии, равный 8,76%. Суммарный фонд заработной платы составит 580 000 руб. (рис. 20).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Процент премии	8,76%						
2									
3		ФИО	Оклад	Премия	Итого				
4	1	Александров И.Н.	32 000,00р.	2 802,18р.	34 802,18р.				
5	2	Афанасьев М.И.	25 000,00р.	2 189,20р.	27 189,20р.				
6	3	Бакин С.М.	26 800,00р.	2 346,82р.	29 146,82р.				
7	4	Викторова И.О.	34 200,00р.	2 994,82р.	37 194,82р.				
8	5	Иванов П.Т.	35 000,00р.	3 064,88р.	38 064,88р.				
9	6	Камнев В.М.	26 900,00р.	2 355,58р.	29 255,58р.				
10	7	Комова О.Р.	18 500,00р.	1 620,01р.	20 120,01р.				
11	8	Краснов В.В.	40 500,00р.	3 546,50р.	44 046,50р.				
12	9	Кузнецов Т.М.	26 000,00р.	2 276,77р.	28 276,77р.				
13	10	Кузнецова И.Н.	31 000,00р.	2 714,61р.	33 714,61р.				
14	11	Михайлов Е.П.	26 000,00р.	2 276,77р.	28 276,77р.				
15	12	Михайлова А.П.	23 000,00р.	2 014,06р.	25 014,06р.				
16	13	Николаев А.Р.	15 600,00р.	1 366,06р.	16 966,06р.				
17	14	Новиков И.И.	34 000,00р.	2 977,31р.	36 977,31р.				
18	15	Петрова И.Н.	25 000,00р.	2 189,20р.	27 189,20р.				
19	16	Самуйлов С.С.	19 000,00р.	1 663,79р.	20 663,79р.				
20	17	Смирнова П.Д.	21 000,00р.	1 838,93р.	22 838,93р.				
21	18	Соколов М.Н.	23 000,00р.	2 014,06р.	25 014,06р.				
22	19	Тимофеев И.О.	26 500,00р.	2 320,55р.	28 820,55р.				
23	20	Тихомиров К.А.	24 300,00р.	2 127,90р.	26 427,90р.				
24			Суммарный фонд	580 000,00р.					

Премия = Оклад * Процент премии

Итого = Оклад + Премия

Суммарное значение столбца Итого

Рис. 20. Результат поиска Процента премии

Задача 5. Составление штатного расписания

Директор фирмы составляет штатное расписание, т.е. определяет, сколько сотрудников, на какие должности и с каким окладом он должен принять на работу.

Месячный фонд заработной платы составляет 520 000 руб. Для функционирования офиса нужно 3-4 уборщицы, 3-5 продавцов, 4-6 менеджеров, 1 начальник отдела, 2 бухгалтера, 1 главный бухгалтер, 1 директор. При расчете заработной платы за основу берется минимальный оклад.

Оклады сотрудников вычисляются по следующей схеме:

оклад уборщицы – равен минимальному окладу;

оклад продавца – равен двум минимальным окладам;

оклад менеджера – равен двум с половиной минимальным окладам;

оклад нач. отдела – на 5 000 больше оклада менеджера;

оклад бухгалтера – равен трем с половиной минимальным окладам;

оклад гл. бухгалтера – на 8 000 больше оклада бухгалтера;

оклад директора – равен десяти минимальным окладам.

Используя Поиск решения, составить штатное расписание при условии, что минимальный оклад равен 10 000 руб.

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные (рис. 21):

F12		fx		=СУММ(F4:F10)						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Месячный фонд заработной платы	520 000,00р.		Минимальный оклад	10 000,00р.					
2										
3	Должность	Количество	3-4	Оклад 1 сотрудника	=E1	Итого (количество*оклад 1 сотрудника)	=B4*D4			
4	Уборщицы		3-5	10 000,00р.	=2*E1	- р.				
5	Продавцы			20 000,00р.	=2,5*E1	- р.				
6	Менеджеры		4-6	25 000,00р.	=D6+5000	- р.				
7	Начальник отдела	1		30 000,00р.	=3,5*E1	30 000,00р.				
8	Бухгалтер	2		35 000,00р.	=8000+D8	70 000,00р.				
9	Гл. бухгалтер	1		43 000,00р.	=10*E1	43 000,00р.				
10	Директор	1		100 000,00р.		100 000,00р.				
11										
12				Суммарный фонд		243 000,00р.				
13										
14										
15										

Суммарное значение столбцу Итого (написать формулу)
Не должен превосходить 520000

Рис. 21. Исходные данные

Ячейки с количеством уборщиц, продавцов и менеджеров пока оставить пустыми!

2. Выполняется команда *Данные* → *Поиск решения*.

Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 22).

(Для добавления ограничения нажмите кнопку *Добавить*!)

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: **\$F\$12**

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения: 0

Изменяя ячейки переменных: **\$B\$4:\$B\$6**

В соответствии с ограничениями:

- \$B\$4 <= 4** } Количество уборщиц больше 3, но меньше 4
- \$B\$4 >= 3** } Количество уборщиц, менеджеров и продавцов должно быть целым
- \$B\$4:\$B\$6 = целое**
- \$B\$5 <= 5** } Количество продавцов больше 3, но меньше 5
- \$B\$5 >= 3** } Количество менеджеров больше 4, но меньше 6
- \$B\$6 <= 6** } Суммарный фонд не должен превосходить 520 000
- \$B\$6 >= 4**
- \$F\$12 <= \$B\$1**

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом ОНГ

Метод решения
Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач - эволюционный поиск решения.

Значения неизвестных ячеек должны быть положительными

Найти решение

Рис. 22. Поиск решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*. В ячейках **B4**, **B5** и **B6** будут получены следующие значения (рис. 23).

F12 fx =СУММ(F4:F10)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Месячный фонд заработной платы	520 000,00р.		Минимальный оклад	10 000,00р.					
Должность	Количество		Оклад 1 сотрудника		Итого (количество*оклад 1 сотрудника)				
Уборщицы	4	3-4	10 000,00р.	=E1	40 000,00р.	=B4*D4			
Продавцы	4	3-5	20 000,00р.	=2*E1	80 000,00р.				
Менеджеры	6	4-6	25 000,00р.	=2,5*E1	150 000,00р.				
Начальник отдела	1		30 000,00р.	=D6+5000	30 000,00р.				
Бухгалтер	2		35 000,00р.	=3,5*E1	70 000,00р.				
Гл. бухгалтер	1		43 000,00р.	=8000+D8	43 000,00р.				
Директор	1		100 000,00р.	=10*E1	100 000,00р.				
			Суммарный фонд		513 000,00р.				
						Суммарное значение столбцов Итого (написать формулу) Не должен превосходить 520000			

Рис. 23. Результат решения

Ответ: требуется принять 4 уборщицы, 4 продавца и 6 менеджеров.

Суммарный фонд заработной платы составит 513000 р. (не превосходит 520000 р.).

Задача 6. Решение систем линейных уравнений

Решить систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 4x_1 - 12x_2 + 3x_3 = 12, \\ 24x_2 + 4x_3 = 8, \\ x_1 - 5x_2 = 0. \end{cases}$$

Алгоритм:

1. Подготавливаются исходные данные (рис. 24). Для этого формируется матрица коэффициентов системы **A** (диапазон **A2:C4**), столбец свободных элементов **B** (диапазон **G2:G4**).

Перед решением системы линейных уравнений необходимо проверить ее на совместность. Система линейных уравнений является совместной (имеет единственное решение) тогда и только тогда, когда главный определитель системы отличен от нуля. Проверка условия совместности записана в ячейке **A7**:

=ЕСЛИ(МОПРЕД(A2:C4)=0;"Система несовместна"; "Система совместна")

Ячейки столбца **X** (корни системы уравнений, диапазон **B10:B12**) на начальном этапе решения задачи заполняются нулями. В рассматриваемой задаче ячейки **B10:B12** являются *изменяемыми ячейками*.

В целевую ячейку (ячейку **A16**) вводится формула, соответствующая первому уравнению.

Ограничениям будут соответствовать два оставшихся уравнения. Они записываются в ячейках **A18** и **A19**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	A			Матрица коэффициентов системы			B	Столбец свободных элементов				
2	4	-12	3				12					
3	0	24	4				8					
4	1	-5	0				0					
5												
6	Проверка совместности системы											
7	Система совместна			Система линейных уравнений является совместной (имеет единственное решение) тогда и только тогда, когда определитель матрицы коэффициентов не равен нулю =ЕСЛИ(МОПРЕД(A2:C4)=0; "Система несовместна"; "Система совместна")								
8												
9		X		Ячейки, куда будут подбираться корни системы уравнений								
10		0										
11		0										
12		0										
13												
14												
15	Целевая ячейка			=A2*B10+B2*B11+C2*B12 (1 уравнение системы)								
16	0											
17	Ограничения			=A3*B10+B3*B11+C3*B12 (2 уравнение системы)								
18	0											
19	0			=A4*B10+B4*B11+C4*B12 (3 уравнение системы)								
20												
21												

Рис. 24. Исходные данные

2. Окно *Поиска решения* заполняется следующим образом (рис. 25).

Целевую функцию (1 уравнение системы) надо оптимизировать до значения 12, т.е. значения первого свободного элемента системы.

Каждое ограничение должно приравниваться к значению соответствующего свободного элемента системы уравнений. (Для добавления ограничения нажмите кнопку *Добавить!*).

Параметры надстройки не изменялись. В качестве метода решения выбран симплекс-метод.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: **Первое уравнение системы**

До: ☐ Максимум ☐ Минимум ☒ Значения:

Изменяя ячейки переменных: **Ячейки столбца X, которые будут содержать корни системы уравнений**

В соответствии с ограничениями:

второе уравнение системы

третье уравнение системы

☐ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Рис 25. Поиск решения

3. Нажимается кнопка *Найти решение*.

В ячейках столбца X (диапазон **B10:B12**) будут получены корни системы уравнений. Чтобы проверить правильность найденного решения, надо умножить матрицу коэффициентов A на столбец решений X с помощью функции *МУМНОЖ*. В результате должны получиться значения столбца свободных элементов B (рис. 26). Поскольку доказано, что система имеет единственное решение (совместна), то найденное решение является верным.

A23		fx {=МУМНОЖ(A2:C4;B10:B12)}							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
22	Проверка								
23		12	A*X=B						
24		8							
25		0							
26									
27									
28									

Рис 26. Результаты решения и проверка.

Важное замечание! При работе с функциями массива не забудьте предварительно выделить необходимое количество ячеек и завершить ввод формулы комбинацией клавиш *Ctrl+Shift+Delete*.