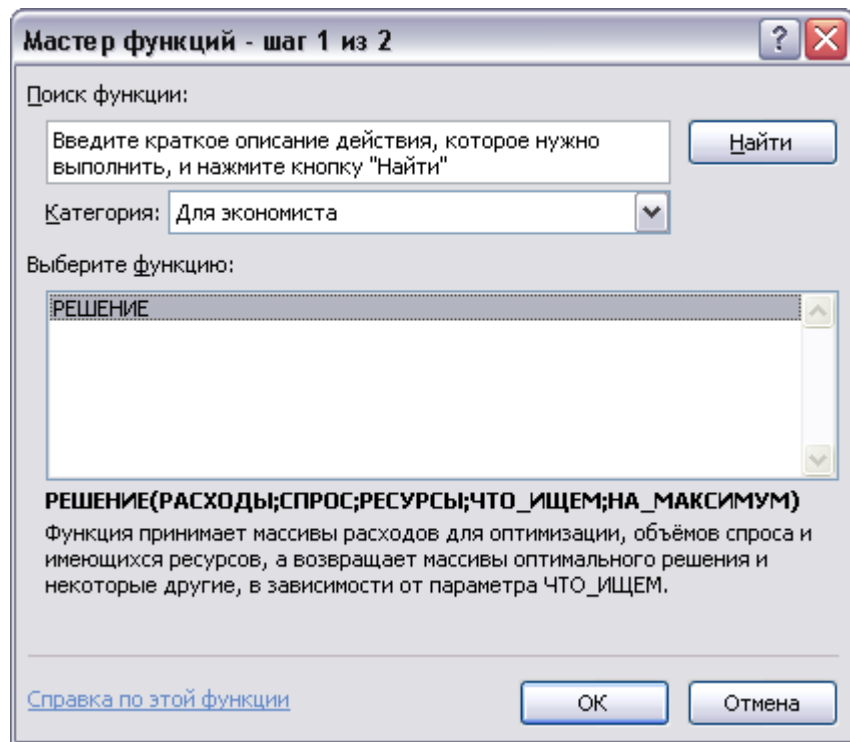


Надстройка Solution для Microsoft Excel

Надстройка Solution работает во всех версиях Microsoft Excel и предназначена для решения задач на поиск оптимального решения. Она добавляет функцию **РЕШЕНИЕ** в раздел «Для экономиста» мастера функций.



Функция принимает массивы расходов для оптимизации, объемов спроса и имеющихся ресурсов, а возвращает массивы оптимального решения и некоторые другие, в зависимости от аргумента **ЧТО_ИЩЕМ**. Функция **РЕШЕНИЕ** используется при решении:

1. логистических задач;
2. задач массового обслуживания;
3. задач управления запасами;
4. и других задач на оптимизацию

Синтаксис функции **РЕШЕНИЕ()**

РЕШЕНИЕ(РАСХОДЫ, СПРОС, РЕСУРСЫ, [ЧТО_ИЩЕМ], [НА_МАКСИМУМ])

Аргументы функции

РЕШЕНИЕ

РАСХОДЫ	<input type="text" value="C3:J9"/>		= {6;12;11;18;16;16;21;19;11;22;7;0;...
СПРОС	<input type="text" value="C2:J2"/>		= {64;130;78;300;141;174;27;150}
РЕСУРСЫ	<input type="text" value="B3:B9"/>		= {114;190;266;76;152;228;38}
ЧТО_ИЩЕМ	<input type="text"/>		=
НА_МАКСИМУМ	<input type="text"/>		=

= {0;0;78;0;36;0;0;0;0;0;190;0;0;0;...}

Функция принимает массивы расходов для оптимизации, объёмов спроса и имеющихся ресурсов, а возвращает массивы оптимального решения и некоторые другие, в зависимости от параметра ЧТО_ИЩЕМ.

РАСХОДЫ Двумерный массив условных расходов на удовлетворение спроса имеющимися ресурсами.

Значение: 0

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

Аргументы функции **РЕШЕНИЕ** описаны ниже.

- **РАСХОДЫ** Обязательный. Двумерный **целочисленный** массив условных расходов на удовлетворение спроса имеющимися ресурсами.
- **СПРОС** Обязательный. Одномерный **целочисленный** массив спросов. Должен соответствовать по размеру первой из размерностей массива РАСХОДЫ.
- **РЕСУРСЫ** Обязательный. Одномерный **целочисленный** массив ресурсов. Должен соответствовать по размеру второй из размерностей массива РАСХОДЫ.
- **ЧТО_ИЩЕМ** Небязательный. Что ищем:
 - 1-Оптимальное решение (по умолчанию);
 - 2-Массив характеристик (см. раздел «Расчёт характеристик.»);
 - 3-Ренты по строкам (см. раздел «Расчёт рент.»);
 - 4-Ренты по столбцам;
 - 5-Потенциалы строк (см. раздел «Второй способ определения функционала.»);
 - 6-Потенциалы столбцов;
 - 7-Массив поставок, включая нулевые (см. раздел «Вспомогательная таблица поставок.»)
- **НА_МАКСИМУМ** Небязательный.
 - 0: задача решается на МИНИМУМ (по умолчанию);
 - 1: задача решается на МАКСИМУМ.

Описание функции РЕШЕНИЕ()

В этой статье описаны синтаксис формулы и использование функции РЕШЕНИЕ надстройки Solution для Microsoft Excel.

Функция РЕШЕНИЕ – это функция массива. Она принимает в качестве аргументов массивы РАСХОДЫ, СПРОС и РЕСУРСЫ, а возвращает массивы оптимального решения и некоторые другие, в зависимости от аргумента ЧТО_ИЩЕМ (см. раздел «Синтаксис функции РЕШЕНИЕ()» выше). По умолчанию функция РЕШЕНИЕ возвращает решение линейной транспортной задачи. На рисунке ниже изображён пример передачи параметров функции РЕШЕНИЕ для решения линейной транспортной задачи.

ВЫБОР

X

✓

fx

=РЕШЕНИЕ(С3:J9;С2:J2;В3:В9)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Потребители							
2			64	130	78	300	141	174	27	150
3	Поставщики	114	6	12	11	18	16	16	21	19
4		190	11	22	7	0	4	19	14	17
5		266	4	10	20	22	23	25	3	16
6		76	30	11	29	26	22	7	12	21
7		152	24	32	19	13	14	29	23	17
8		228	19	0	23	22	18	4	9	21
9		38	21	19	17	15	11	15	10	8

Рисунок 1 – Пример задания параметров для функции РЕШЕНИЕ.

Такая форма расположения исходных данных является наиболее правильной. В диапазоне, выделенном синей рамкой расположен двумерный массив расходов на доставку товаров; горизонтальная строка, выделенная зелёной рамкой содержит массив спросов потребителей; а вертикальный столбец, выделенный фиолетовой рамкой, содержит массив ресурсов поставщиков. Суммарные ресурсы поставщиков и спросы потребителей должны быть равны, иначе функция вернёт ошибку. Для решения задач, в которых это равенство не выполняется воспользуйтесь советами, приведёнными в разделе «Учёт ограничений при решении логистических задач».

Таблица 1 – Исходные данные для решения задачи (пример).

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2			Потребители									
3			64	130	78	300	141	174	27	150	Потенциал	
4		114	6	12	11	18	16	16	21	19		
5		190	11	22	7	0	4	19	14	17		
6		266	4	10	20	22	23	25	3	16		
7		76	30	11	29	26	22	7	12	21		
8		152	24	32	19	13	14	29	23	17		
9		228	19	0	23	22	18	4	9	21		
10		38	21	19	17	15	11	15	10	8		
11		Потенциал										
12												
13		Решение задачи:	Функционал (два способа расчёта):									
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												

Для того чтобы самостоятельно воспроизвести и найти решение приведённого выше примера, проделайте следующие операции. Сперва выделите и скопируйте приведённую выше таблицу на новый лист Excel. Для удобства дальнейшей работы следите за тем, чтобы адреса ячеек совпадали с примером в таблице.

Теперь выделите диапазон светло-зелёных ячеек (D14:K20), нажмите клавишу F2 и вставьте следующую формулу массива (после вставки нужно нажать Ctrl+Shift+Enter, и формула в ячейке будет заключена в фигурные скобки массива):

$$=\text{РЕШЕНИЕ}(D4:K10;D3:K3;C4:C10)$$

В результате работы функции диапазон D14:K20 будет заполнен объёмами оптимальных поставок товаров. Для определения совокупной стоимости поставок (функционала) можно воспользоваться одним из двух способов:

Первый способ определения функционала.

Заключается в перемножении всех объёмов поставок и соответствующих им расходов. Выделите ячейку L13 и вставьте туда одну из двух формул, приведённых ниже. Либо формулу массива:

$$\{=\text{СУММ}(D14:K20*D4:K10)\}$$

либо аналогичную функцию Excel:

$$=\text{СУММПРОИЗВ}(D14:K20;D4:K10)$$

Второй способ определения функционала.

Заключается в определении потенциалов строк и столбцов матрицы. Потенциалы строк и столбцов определяются таким образом, что для каждой ячейки с оптимальной поставкой (из таблицы D14:K20) сумма потенциалов её строки и столбца равна стоимости поставки (расходу) в исходной таблице D4:K10 для соответствующей ячейки. Для определения потенциалов строк выделите столбец L4:L10, нажмите F2 и вставьте следующую формулу массива:

$$\{=\text{РЕШЕНИЕ}(D4:K10;D3:K3;C4:C10;5)\}$$

Для определения потенциала столбцов выделите строку D11:K11, нажмите F2 и вставьте следующую формулу массива:

$$\{=\text{РЕШЕНИЕ}(D4:K10;D3:K3;C4:C10;6)\}$$

А теперь для определения функционала матрицы выделите ячейку M13 и вставьте одну из приведённых ниже формул. Либо формулу массива:

$$\{=\text{СУММ}(D3:K3*D11:K11)+\text{СУММ}(C4:C10*L4:L10)\}$$

либо аналогичную функцию Excel:

$$=\text{СУММПРОИЗВ}(D11:K11;D3:K3)+\text{СУММПРОИЗВ}(L4:L10;C4:C10)$$

Расчёт характеристик.

Как было сказано в предыдущем разделе, потенциалы строк и столбцов определяются на основе ячеек с оптимальными поставками, поэтому поставки во всех остальных ячейках будут неоптимальными, и распределение поставок через эти ячейки обойдётся дороже. Характеристика ячейки позволяет понять

насколько дороже обойдётся перераспределение цепочки поставок через эту ячейку. О том, как это правильно делать, смотрите раздел «Перераспределение цепочки поставок».

Характеристики ячеек можно определить либо как разницу между расходами на поставку из таблицы D4:K10 и суммой потенциалов по строке и столбцу; либо описанным ниже образом.

Выделите приведённую ниже таблицу и скопируйте её в соответствующие ячейки листа с примером. Выделите диапазон оранжевых ячеек (D23:K29), нажмите клавишу F2 и введите следующую формулу массива:

{=РЕШЕНИЕ(D4:K10;D3:K3;C4:C10;2)}

Таблица 2 – Расчёт характеристик и рент.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
22	Расчёт характеристик:										рент	
23											а	
24												
25												
26												
27												
28												
29												
	рент											
30	а											
31												

Расчёт рент.

Дополнительно к характеристикам вы можете также произвести расчёт рент. Рента строки (столбца) определяется как разница между минимальной ненулевой характеристикой строки (столбца) и минимальной ненулевой характеристикой всей матрицы. Таким образом, минимум одна рента по строкам и одна по столбцам равна нулю. Посчитать ренты можно также следующим образом. Выделите жёлтый столбец L23:L29, нажмите клавишу F2 и введите формулу массива:

{=РЕШЕНИЕ(D4:K10;D3:K3;C4:C10;3)}

Теперь выделите жёлтую строку D30:K30, нажмите клавишу F2 и введите формулу массива:

{=РЕШЕНИЕ(D4:K10;D3:K3;C4:C10;4)}

Этот раздел в последующих версиях надстройки будет дополнен статьёй о практическом применении рент в экономических расчётах.

Вспомогательная таблица поставок.

Для того чтобы перераспределить поставку, вам понадобится определить цепочку взаимозависимых поставок (при увеличении поставок от одного поставщика, уменьшаются поставки от другого). Подробно эта процедура описана в разделе «Перераспределение цепочки поставок». А в текущем разделе мы просто создадим вспомогательную таблицу, в которой отмечены все оптимальные поставки. Эта таблица может отличаться от таблицы D14:K20 по количеству оптимальных поставок, потому что оптимальная поставка может иметь нулевой объём. Количество оптимальных поставок всегда равно $m + n - 1$, где m – количество поставщиков, а n – количество потребителей. Оптимальные поставки в таблице отмечены числом -1, а все остальные ячейки содержат нулевые значения.

Для того, чтобы создать вспомогательную таблицу, выделите диапазон D33:K39, нажмите клавишу F2 и введите формулу массива:

```
{=РЕШЕНИЕ(D4:K10;D3:K3;C4:C10;7)}
```

Таблица 3 – Вспомогательная таблица поставок.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
32	Вспомогательная таблица поставок (включая нулевые):											
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												

Для удобства отображения цепочки воспользуйтесь функциями условного форматирования ячеек. Полезно использовать условное форматирование и в таблице характеристик и в таблице с решением.

Перераспределение цепочки поставок

Цепочка оптимальных поставок всегда обладает свойством вычёркиваемости. Это значит, что если по одной начать вычёркивать (удалять) поставки, которые являются одиночными по строке или столбцу, то постепенно будут вычеркнуты все поставки. Однако если вы добавите в таблицу ещё одну поставку (ту, на которую хотите перераспределить цепочку), то вам уже не удастся вычеркнуть все поставки. Те поставки, которые являются невычёркиваемыми и образуют цепочку взаимосвязанных поставок, изменения в которых взаимосвязаны.

Таблица 4 – Перераспределение поставок на ячейку H36.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												

Например, если мы захотим перераспределить цепочку поставок на ячейку H36, то цепочка невычёркиваемых поставок будет выглядеть так (Таблица 4). Обратите внимание, что в цепочку перераспределения поставок наравне с другими попала и ячейка H38, которая содержала оптимальную поставку нулевого объёма. Перераспределить на новую ячейку можно только минимальный объём поставок из тех, которые имеются в остальных невычёркиваемых ячейках, поэтому в данном случае перераспределение невозможно (объём в ячейке H38 = 0).

Если же мы, например, захотим перераспределить поставку на ячейку F35, то цепочка невычёркиваемых поставок будет выглядеть так (Таблица 5)

Таблица 5 – Перераспределение поставок на ячейку F35.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
33					-25		+25					
34												
35					+25	-25						
36												
37						+25	-25					

38
39

Минимальная из перераспределяемых поставок находилась в ячейке G35 и составляла 25 единиц. Именно эту сумму мы и запишем в ячейку F35. Остальные поставки будем изменять, идя по цепочке от ячейки F35 и чередуя знаки числа, как показано в таблице. Цепочка всегда будет состоять из чётного числа звеньев.

Учёт ограничений при решении логистических задач

Этот раздел будет дополнен в следующих версиях надстройки.

Контакты автора надстройки

Топоров Константин Станиславович, konstantin@toporov.su