

Максимизация прибыли универмага

1.1. Постановка экономической задачи

Большой универсальный магазин собирается заказать большую коллекцию костюмов для весеннего сезона. Решено заказать четыре типа костюмов. Три типа костюмы широкого потребления (из полиэстровых смесей, шерстяные, хлопковые). Четвертый тип – дорогие импортные модельные костюмы из различных тканей. Имеющихся у менеджеров магазина опыт и специальные исследования позволяют оценить средние затраты рабочего времени продавцов на продажу одного костюма каждого типа, объем затрат на рекламу и площади в расчете на один костюм каждого типа. Все эти данные, а также прибыль от продажи одного костюма каждого типа представлены в таблице.

Тип костюма	Прибыль, дол.	Время, час	Реклама, у.е.	Площадь, м ²
Полиэстер	35	0,4	2	1,00
Шерсть	47	0,5	4	1,50
Хлопок	30	0,3	3	1,25
Эластик	90	1,0	9	3,00

Предполагается, что весенний сезон будет длиться 90 дней. Магазин открыт 10 часов в день, 7 дней в неделю. Два продавца постоянно будут в отделе костюмов. Выделенная отделу костюмов площадь составляет прямоугольник 100×60 м². Бюджет, выделенный на рекламу всех костюмов на весенний сезон, составляет 15000 у.е.

1. Сколько костюмов каждого типа надо закупить, чтобы максимизировать прибыль?
2. Допустим, менеджер магазина считает необходимым закупить не менее 200 костюмов каждого типа. Как это требование повлияет на прибыль магазина?

При ответе на следующие вопросы сохраните ограничение (2).

3. Изменится ли оптимальное решение, если прибыль от продажи одного полиэстрового костюма переоценена (недооценена) на 1 у.е.? На 2 у.е.?
4. Обоснуйте, будет ли каждое из предлагаемых решений полезно для магазина:
 - отдать в распоряжение отдела костюмов 400 м² от отдела женской спортивной одежды. Предполагается, что на этой площади магазин может получить прибыль всего лишь 750 у.е. за последующие 90 дней;
 - истратить дополнительно 400 у.е. на рекламу.
5. Если общее число закупленных костюмов не может превысить 5000 шт., то как такое ограничение повлияет на оптимальное решение?

1.2. Экономико-математическая модель

Пусть x_i ($i=1,2,3,4$) число закупаемых костюмов каждого типа.

$$f(x) = 35 \cdot x_1 + 47 \cdot x_2 + 30 \cdot x_3 + 90 \cdot x_4 \rightarrow \max$$

Ограничения задачи имеют вид:

$$0,4 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 \leq 12600 \text{ ограничение по времени;}$$

$$2 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 + 9 \cdot x_4 \leq 15000 \text{ ограничение по бюджету на рекламу;}$$

$$1,00 \cdot x_1 + 1,50 \cdot x_2 + 1,25 \cdot x_3 + 3,00 \cdot x_4 \leq 6000 \text{ ограничение по торговой площади;}$$

$$x_i \geq 0.$$

1.3. Решение

Составим исходную таблицу и введем исходные данные:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Полиэстер	Шерсть	Хлопок	Эластик				
2			x1	x2	x3	x4				
3	Значения		0,0	0,0	0,0	0,0				
4										
5	Функция цели		35	47	30	90	=	0		
6										
7	Ограничения		0,4	0,5	0,3	1	=	0	<=	12600
8			2	4	3	9	=	0	<=	15000
9			1	1,5	1,25	3	=	0	<=	6000
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

Для ввода формул вычисления целевой функции и значений ограничений

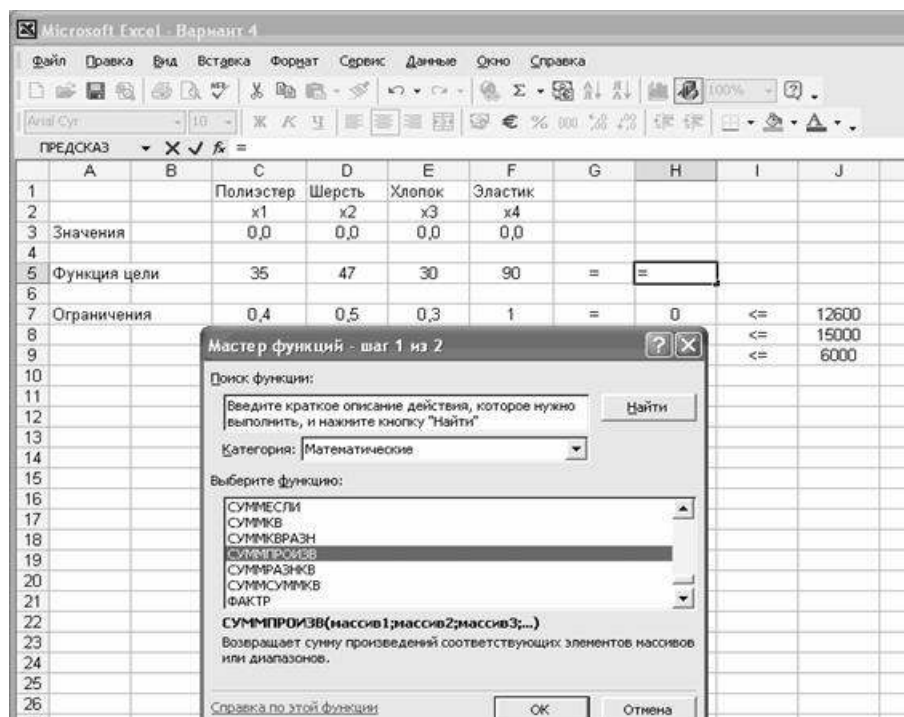
Установим курсор в ячейку Н5. Выберем в меню пункт **Вставка/Функция**.

В окне **Категория** выберем категорию **Математические**

В окне **Функции** выберем строку **СУММПРОИЗВ**

В строку **Массив 1** введем C3:F3

В строку **Массив 2** введем C5:F5



Аналогично введем формулы для вычисления значений ограничений.

В формульном виде таблица примет вид:

The screenshot shows the completed Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Полиэстер	Шерсть	Хлопок	Эластик				
2			x1	x2	x3	x4				
3	Значения		0	0	0	0				
4										
5	Функция цели		35	47	30	90	=	=СУММПРОИЗВ(C3:F3;C5:F5)		
6										
7	Ограничения		0,4	0,5	0,3	1	=	=СУММПРОИЗВ(C3:F3;C7:F7)	<=	12600
8			2	4	3	9	=	=СУММПРОИЗВ(C3:F3;C8:F8)	<=	15000
9			1	1,5	1,25	3	=	=СУММПРОИЗВ(C3:F3;C9:F9)	<=	6000

Установим курсор на ячейку H5.

Запустим команду **Сервис/Поиск решения**.

Зададим: **Установить целевую ячейку** –H5

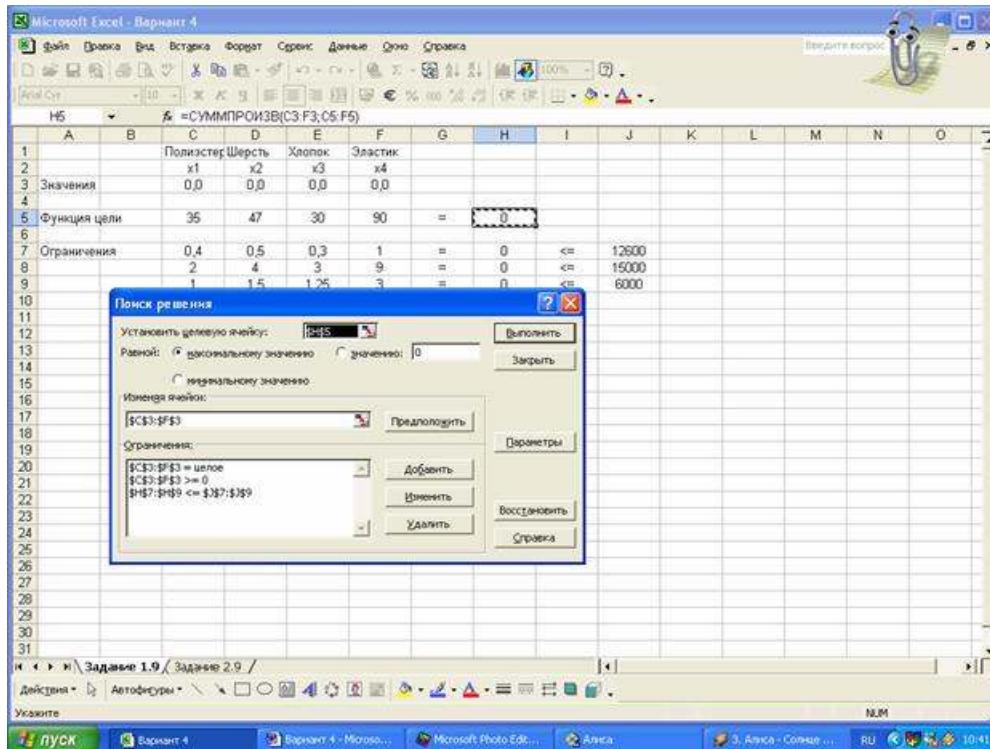
Равной максимальному значению**Изменяя ячейки** зададим C3:F3

Ограничения

1-е задает, что x_i принимает целые значения;

2-е задает, что число костюмов не отрицательно

3-е задает условие выполнения ограничений.



Нажимаем кнопку **Выполнить**.

В окне **Результаты поиска решения** выберем **Сохранить найденное решение**.

Получим решение:

Анализ решения показывает, что необходимо закупить только костюмы из полиэстера в количестве 6000 шт.

При этом прибыль составит 210000 у.е. Критическим ресурсом является торговая площадь.

Если закупить не менее 200 костюмов каждого типа, то оптимальное решение будет иметь вид:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4				
Значения	4850	200	200	200				
Функция цели	35	47	30	90	=		203150	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2300	<=	12600
	2	4	3	9	=	12900	<=	15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<=	6000

т.е. прибыль уменьшится на 6850 у.е.

при переоценке прибыли на 1 у.е. оптимальное решение имеет вид:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4				
Значения	6000	0	0	0				
Функция цели	34	46	29	89	=		204000	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2400	<=	12600
	2	4	3	9	=	12000	<=	15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<=	6000

т.е. оптимальное решение не изменится, а прибыль составит 204000 у.е.

при переоценке прибыли на 2 у.е. оптимальное решение имеет вид:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4			
Значения	6000	0	0	0			
Функция цели	33	45	28	88	=	198000	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2400	<= 12600
	2	4	3	9	=	12000	<= 15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<= 6000

т.е. оптимальное решение не изменится, а прибыль составит 198000 у.е.

при недооценке прибыли на 1 у.е. оптимальное решение имеет вид:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4			
Значения	6000	0	0	0			
Функция цели	36	48	31	91	=	216000	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2400	<= 12600
	2	4	3	9	=	12000	<= 15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<= 6000

т.е. оптимальное решение не изменится, а прибыль составит 216000 у.е.

при недооценке прибыли на 2 у.е. оптимальное решение имеет вид:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4			
Значения	6000	0	0	0			
Функция цели	37	49	32	92	=	222000	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2400	<= 12600
	2	4	3	9	=	12000	<= 15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<= 6000

т.е. оптимальное решение не изменится, а прибыль составит 222000 у.е.

Поскольку критическим ресурсом является торговая площадь, то увеличение торговой площади, при условии, что это даст дополнительную прибыль, полезно для магазина.

Затраты на рекламу не являются критическим ресурсом, поэтому увеличение их не приведет к увеличению прибыли магазина.

Если общее число закупаемых костюмов не должно превышать 5000, то оптимальный план изменится следующим образом:

	Полиэстер x1	Шерсть x2	Хлопок x3	Эластик x4			
Значения	4500	0	0	500	=	5000	<= 5000
Функция цели	36	48	31	91	=	207500	
Ограничения	0,4	0,5	0,3	1	=	2300	<= 12600
	2	4	3	9	=	13500	<= 15000
	1	1,5	1,25	3	=	6000	<= 6000

Т.е. необходимо закупить 4500 костюмов из полиэстера и 500 костюмов из эластика. При этом прибыль составит 207500 у.е.

Торговая площадь будет использована полностью.