

*Рекомендовано*  
*учебно-методическим советом университета*

*Рецензент: Н.В. Шелепова, доцент кафедры финансов АмГУ канд. техн. наук.*

**МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ  
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ:  
Лабораторные работы**  
*Методическое пособие*

Рыбакова, Л.В.

Р93 Методы принятия управленческих решений (лабораторные работы). Методическое пособие / Л.В. Рыбакова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 36 с.

Пособие включает основные сведения о математических методах принятия управленческих решений, а также ситуации и задания к лабораторным работам, порядок их выполнения на базе Excel.

ББК 60.822я73

## ВВЕДЕНИЕ

В XXI в. для успешного решения практических задач совершенствования управления и разработки эффективных управленческих решений необходимо применение новых методов управления, базирующихся на теории принятия решений с использованием математического моделирования в сфере информационных технологий, системы поддержки принятия решений, органично соединяющих разработку управленческих решений и информационные технологии.

В методологии нормативного подхода к разработке управленческих решений значительное место отведено методам принятия оптимальных решений, разработанным на основе математического аппарата теории исследования операций. Самым распространенным классом математических моделей, реализуемых в системах поддержки принятия решений, в настоящее время являются модели линейного программирования, экономическая интерпретация которых многогранна и представляет практический интерес для менеджеров в процессе анализа ситуации и разработки управленческих решений.

Современные системы поддержки принятия решений базируются на трех китах:

- 1) компьютерные средства решения управленческих задач;
- 2) исходные данные для задачи;
- 3) модель задачи, формализованное, программируемое представление задачи.

Предлагается методика разработки управленческих решений на базе Excel, где симплекс метод решения задачи линейного программирования реализован в диалоге «Поиск решения».

## 1. ПРИМЕР УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ДЛЯ ПОИСКА РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРИБЫЛИ И ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ РЕСУРСОВ

Если финансы, оборудование, сырье, персонал полагать ресурсами, то значительное число задач в экономике можно рассматривать как задачи распределения ресурсов. Математической моделью таких задач является задача линейного программирования.

*Рассмотрим ситуацию.* Предприятие выпускает продукцию четырех типов: прод.1, прод.2, прод.3, прод.4. Для изготовления продукции требуются ресурсы трех видов: трудовые, сырьевые, финансы. Количество ресурса каждого вида, необходимое для выпуска продукции данного типа, называется нормой расхода. Нормы расхода, а также прибыль, получаемая от реализации единицы каждого типа продукции, приведены на рис. 1. Там же приведено наличие располагаемого ресурса.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ресурс	Прод1	Прод2	Прод3	Прод4	знак	наличие
2	Прибыль	60	70	120	130	max	
3	Трудовые	1	1	1	1	<=	16
4	Сырье	6	5	4	3	<=	110
5	Финансы	4	6	10	13	<=	100

Рис. 1.

## 2. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИТУАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МЕТОДАМИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Составим математическую модель, для чего введем следующие обозначения:

$x_j$  – количество выпускаемой продукции  $j$ -го типа,  $j = \overline{1,4}$ ;

$b_i$  – количество располагаемого ресурса  $i$ -го вида,  $i = \overline{1,3}$ ;

$a_{ij}$  – норма расхода  $i$ -го ресурса для выпуска единицы продукции  $j$ -го типа;

$c_j$  – прибыль, получаемая от реализации единицы продукции  $j$ -го типа.

Теперь приступим к составлению модели.

Как видно из рис. 1, для выпуска единицы прод. 1 требуется 6 единиц сырья, – значит, для выпуска всей продукции прод. 1 требуется  $6x_1$  единиц сырья, где  $x_1$  – количество выпускаемой продукции прод. 1. С учетом того, что для других видов продукции зависимости аналогичны, ограничение по сырью будет иметь вид:

$$6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 \leq 110.$$

В этом ограничении левая часть равна величине потребляемого ресурса, а правая показывает количество имеющегося ресурса.

Аналогично можно составить ограничения для остальных ресурсов и написать зависимость для целевой функции. Тогда математическая модель задачи будет иметь вид:

$$F = 60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 130x_4 \rightarrow \max$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 16$$

$$6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 \leq 110$$

$$4x_1 + 6x_2 + 10x_3 + 13x_4 \leq 100$$

$$x_j \geq 0; j = 1,4$$

## 3. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ СИМПЛЕКС-МЕТОДОМ НА БАЗЕ EXCEL

Для решения задачи средством Excel необходимо создать формулу для ввода условий задачи (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				переменные				
2	имя	прод1	прод2	прод3	прод4			
3	значение							
4	ниж. гр.					ЦФ	напр	
5	верх. гр.							
6	коэф. в ЦФ						макс	
7				ограничения				
8	вид					левая часть	знак	правая часть
9	трудовые							
10	сырье							
11	финансы							

Рис. 2.

Исходные данные введены и условия задачи заданы на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				переменные				
2	имя	прод1	прод2	прод3	прод4			
3	значение							
4	ниж. гр.							
5	верх. гр.							
6	коэф. в ЦФ	60	70	120	130	=СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В6:Е6)	макс	
7				ограничения				
8	вид					левая часть	знак	правая часть
9	трудовые	1	1	1	1	=СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В9:Е9)	<=	16
10	сырье	6	5	4	3	=СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В10:Е10)	<=	110
11	финансы	4	6	10	13	=СУММПРОИЗВ(В\$3:Е\$3;В11:Е11)	<=	100

Рис. 3.

Для дальнейшей работы следует открыть диалоговое окно «Поиск решения» (рис. 4), где:

указать адрес ячейки целевой функции;

задать направление оптимизации;

указать адреса ячеек для результатов – искомых значений;

ввести ограничения. Ограничения вводятся командой «добавить» в окне рис. 4, 5.

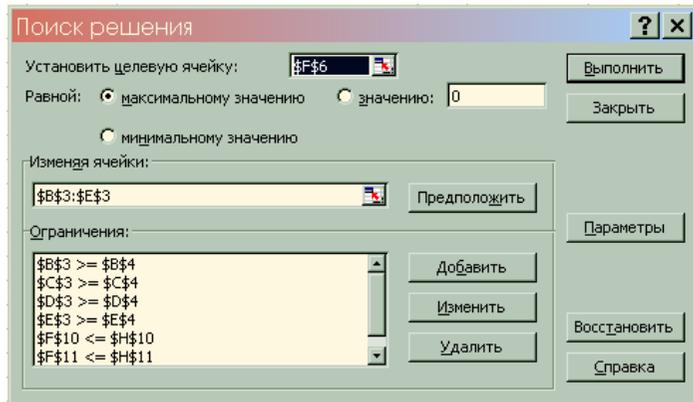


Рис. 4.

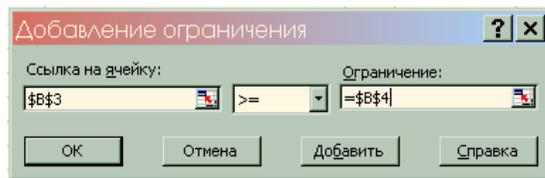


Рис. 5.

Командой «Выполнить» осуществить поиск решения.

Решение может быть найдено (рис. 6) или не найдено (рис. 7).

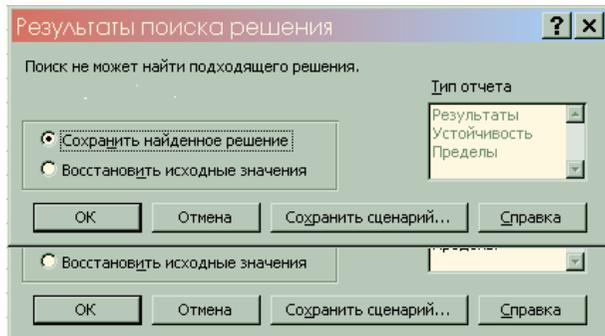


Рис. 7.

Если на экране появится сообщение «Значение целевой функции не сходится», то значит целевая функция не ограничена при максимизации целевой функции – сверху, при минимизации – снизу. Необходимо ограничить, т. е. добавить соответствующие ограничения.

Если на экране появится сообщение, представленное на рис. 7, это означает целевую несовместимость, ограничения несовместимы, ресурсов недостаточно. Следует преодолеть несовместимость.

Чтобы преодолеть несовместимость, следует выяснить, сколько ресурсов не хватило по ограничениям, т. е. в правой части неравенства необходимо определить добавочные переменные (обозначим их  $t_i$ ).

$$1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 = 16 + t_1,$$

$$6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 = 110 + t_2,$$

$$4x_1 + 5x_2 + 10x_3 + 13x_4 = 100 + t_3.$$

Переносим  $t_{1,3}$  в левую часть ограничений, запишем неравенства:

$$(2) 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 - t_1 = 16,$$

$$(3) 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 - t_2 = 110,$$

$$(4) 4x_1 + 5x_2 + 10x_3 + 13x_4 - t_3 = 100.$$

$$(5) t_{1,2,3} = 0.$$

$$(6) x_{1,2,3,4} = 0.$$

Введем требования поиска минимального количества добавок:

$$\sum t_i \rightarrow \min,$$

т.е. надо найти тот минимум ресурсов, который был бы достаточен для решения. Значит, нужно ввести целевую функцию:

$$t_1 + t_2 + t_3 \rightarrow \min.$$

Эта функция введена в ячейке I4 (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1				переменные							
2	имя	прод1	прод2	прод3	прод4	t1	t2	t3			
3	значение	10	0	6	0				ЦФ	напр	
4	ниж. гр.								=СУММ(F3:H3)	мин	
5	верх. гр.								прибыль		
6	коэф. в ЦФ	60	70	120	130				=СУММПРОИЗВ(B\$3:H\$3;B6:E6)		
7				ограничения							
8	вид								левая часть	знак	правая часть
9	трудовые	1	1	1	1	-1			=СУММПРОИЗВ(B\$3:H\$3;B9:H9)	<=	16
10	сырье	6	5	4	3	-1			=СУММПРОИЗВ(B\$3:H\$3;B10:H10)	<=	110
11	финансы	4	6	10	13	-1			=СУММПРОИЗВ(B\$3:H\$3;B11:H11)	<=	100

Рис. 8.

Здесь на рис. 8 показаны следующие изменения:

1) добавлены столбцы (для этого поставлен курсор на столбец F4 «Вставка» «Столбец»)  $t_1, t_2, t_3$  в ячейки по F, G, H;

2) целевая функция сместилась в столбец I;

3) появились (-1) в столбцах  $t_1 - t_3$ .

Таким образом, подготовлены данные для поиска решения.

Последующие действия.

«Сервис»

«Поиск решения»

В окне «Поиск решения» указать адрес целевой функции I4, направление поиска – min, изменяемые ячейки B3:H3.

Ограничения:

$$B3 = 10 \quad E3 \geq 0$$

$$C3 = 5 \quad F3 \geq 0$$

$$D3 = 6 \quad G3 \geq 0$$

$$H3 \geq 0 \quad I9 \leq K9$$

$$I10 \leq K10$$

$$I11 \leq K11$$

После команды «Выполнить» появляется решение (рис .9), где дополнительный ресурс рассчитан и равен соответственно:

$$t_1 = 5; t_2 = 0; t_3 = 30.$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1				переменные							
2	имя	прод1	прод2	прод3	прод4	t1	t2	t3			
3	значение	10	5	6	0	5	0	30	ЦФ	напр	
4	ниж. гр.									35	мин
5	верх. гр.								прибыль		
6	коэф. в ЦФ	60	70	120	130					1670	
7				ограничения							
8	вид								левая часть	знак	правая часть
9	трудовые	1	1	1	1	-1				16	<=
10	сырье	6	5	4	3		-1			109	<=
11	финансы	4	6	10	13			-1		100	<=

Рис. 9.

Таким образом, несовместимость преодолена.

#### 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ

Когда задача решена, как показано в окне рис.6, можно сформировать отчеты трех типов.

**Отчет по результатам**, где представлено:

1) расчетное максимальное значение целевой функции, равное 1320 руб.;

2) изменяемые ячейки, т. е. искомые объемы выпуска продукции.

$x_1$  (значение продукции 1) = 10 шт. (кг),

$x_2$  (значение продукции 2) = 0 шт.,

$x_3$  (значение продукции 3) = 6 шт.,

$x_4$  (значение продукции 4) = 0 шт.;

3) ограничения, т. е. остатки по ресурсам (несвязки), если левая и правая части ограничения не равны, или разница (избытки при знаке  $\geq$  и наоборот), т. е. в столбце разница отчета представлено:

0 (трудовые ресурсы использованы полностью),

26, т.е. расчетное значение объема выпуска ( $x_1 = 10$ ) на 10 кг больше, чем значение нижнего предела (0) объема выпуска данной продукции.

**Отчет по устойчивости**, где представлено:

кроме полученных значений объемов выпуска (10, 0, 6, 0), следующее:

1) нормированный градиент – это двойственные оценки, которые показывают, на сколько изменится целевая функция при принудительном включении единицы этой продукции в оптимальное решение. Для продукции 2 и 4 нормированный градиент равен соответственно -10 и -20. Единицы измерения этих величин соответствуют единицам измерения величины целевой функции (руб.);

2) в нижней таблице представлен:

множитель Лагранжа, т. е. теневые оценки (двойственные оценки), которые показывают, как изменится целевая функция при изменении соответствующего ресурса на единицу (в тех единицах измерения, в которых представлены ограничения по ресурсам), а сама величина теневой оценки представлена в единицах измерения целевой функции, т. е. для ограничения по трудовым ресурсам 16 час. множитель Лагранжа равен 20 руб.; для ограничения по сырью, в

левой части которого значение 84, множитель Лагранжа равен 0 руб.; для финансовых ресурсов при увеличении их на единицу дополнительно к 100 руб. целевая функция увеличится на 10 руб. и составит 1330 руб.

**Отчет по пределам** показывает:

1) в каких пределах может изменяться выпуск продукции, вошедший в оптимальное решение, при сохранении структуры оптимального решения, т.е. от нижнего предела 0 (т. к.  $x_i \geq 0$ ) до расчетного значения;

2) долю прибыли от выпуска каждого вида продукции.

## 5. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ

Параметрический анализ в данном случае – анализ решения задач при различных значениях входящих в модель параметров.

Рассмотрим на примере изменения параметра предельного значения финансов (нагляднее менять параметры в тех ограничениях, где нет остатка по ресурсам).

*Модель ситуации.*

Создать новую модель или удалить результат решения предыдущий (обнулив В3:Е3). Затем:

изменить правую часть ограничения по ресурсам: например, вместо 100 ввести замену 50 (в ячейку Н11);

решить задачу (командой «**Поиск решения**»);

сохранить сценарий в окне рис. 6, присвоив сценарию имя, – например, «Финансы-50» (рис. 10). Завершить процедуру изменяя ограничения и финансы соответственно 100, 150, 200, 250, создав всего пять сценариев.

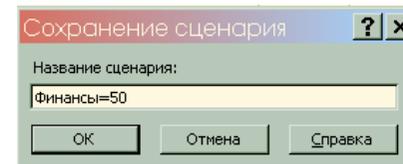


Рис. 10.

Когда необходимые сценарии созданы, вызвать диспетчер сценариев, дать команду на создание отчета (кнопка «**Отчет**»). Задать тип отчета (рис. 11) – отчет по структуре (рис. 12), и на экране будет представлен Итоговый сценарий (рис. 13).

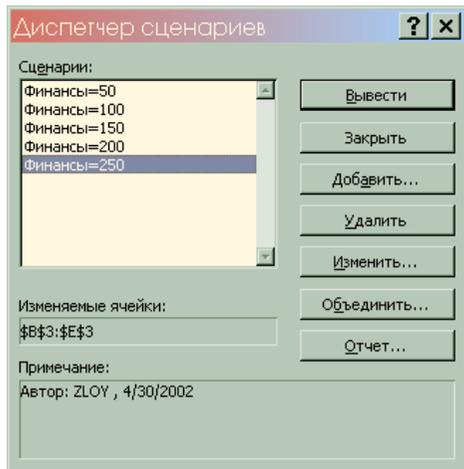


Рис. 11.

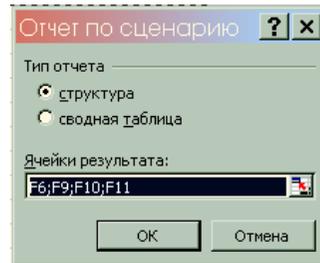


Рис. 12.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			<b>Структура сценария</b>						
3			Текущие значения	финансы=50	финансы=100	финансы=150	финансы=200	финансы=250	
4			Изменяемые:						
5			\$B\$3	0	12,5	10	1,66666666666666	0	0
6			\$C\$3	0	0	0	0	0	0
7			\$D\$3	0	0	6	14,3333333333333	2,66666666666666	0
8			\$E\$3	16	0	0	13,3333333333333	0	16
9			Результат:						
10			\$F\$6	2080	750	1320	1820	2053,333333	2080
11			\$F\$9	16	12,5	16	16	16	16
12			\$F\$10	48	75	84	67,333333333	50,66666667	48
13			\$F\$11	208	50	100	150	200	208
14									
15			Примечания: столбец "Текущие значения" представляет значения изменяемых ячеек в момент создания Итогового отчета по Сценарию. Изменяемые ячейки для каждого сценария выделены серым цветом.						

Рис. 13.

Для удобства дальнейшего анализа итоговый сценарий можно отредактировать, удалив столбцы B и D, строки 5 и 10, а в столбце C ввести вместо адресов ячеек наименование продукции, ресурсов, т.е. оформить сценарий в виде, представленном на рис. 14, при этом дробные элементы округлить до целых чисел или до сотых (объем в кг).

	C	D	E	F	G	H	I	
1								
2		<b>Итоговый сценарий</b>						
3			финансы=50	финансы=100	финансы=150	финансы=200	финансы=250	
4								
5		Прод.1	12,5	10	1,7	0	0	
6		Прод.2	0	0	0	0	0	
7		Прод.3	0	6	14,3	2,7	0	
8		Прод.4	0	0	0	13,3	16	
9		Прибыль	750	1320	1820	2053,3	2080	
10		Ресурсы						
11		трудовые	12,5	16	16	16	16	
12		сырьё	75	84	67,3	50,7	48	
13		финансы	50	100	150	200	208	

Рис. 14.

Отредактированный сценарий можно использовать для построения гистограмм, выделив C3:H3. Построенные гистограммы облегчат анализ найденного решения (см. рис. 15а, 15б, 15в).

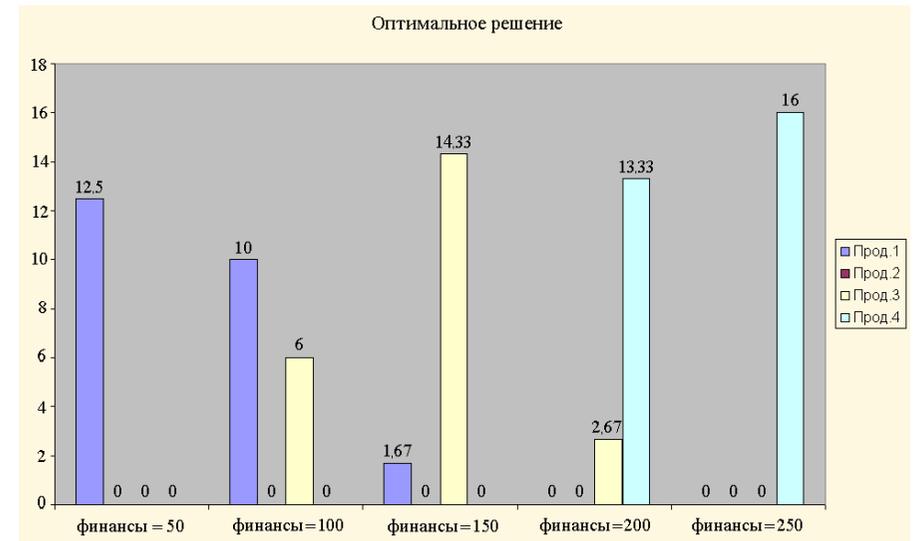


Рис. 15а.

## 6. ПОИСК РЕШЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Рассмотрим ситуацию управления финансированием нескольких объектов во времени.

В общем виде исходные данные по ситуации представлены в таблице.

Объекты	Периоды	Ресурсы
	$1 \dots j \dots n$	
1	$x_{11} \dots x_{1j} \dots x_{1n}$	$b_1$
...	...	...
i	$x_{i1} \dots x_{ij} \dots x_{in}$	$b_i$
...	...	...
m	$x_{m1} \dots x_{mj} \dots x_{mn}$	$b_m$
Потребность	$d_1 \quad d_j \quad d_n$	

При оптимальном финансировании для каждого объекта и каждого периода задаются не конкретные значения, а нижние и верхние граничные условия, т. е. пределы, в которых должны находиться назначаемые величины. В этих граничных условиях и производится финансирование с целью максимизации эффективности его использования. При этом эффективность определяется по целевой функции.

В этой таблице приняты обозначения:

$i$  – номер объекта финансирования;

$j$  – номер периода финансирования;

$x_{ij}$  – объем финансирования  $i$ -го объекта в  $j$ -м периоде;

$b_i$  – задаваемая величина ресурсов, выделяемых для  $i$ -го объекта;

$d_j$  – задаваемая величина ресурсов, потребляемых в  $j$ -м периоде.

При принятых обозначениях приведенные ниже величины имеют следующий смысл:

$\sum_{j=1}^n x_{ij}$  – сумма финансирования  $i$ -го объекта по всем периодам;

$\sum_{i=1}^m x_{ij}$  – сумма финансирования всех объектов в  $j$ -м периоде.

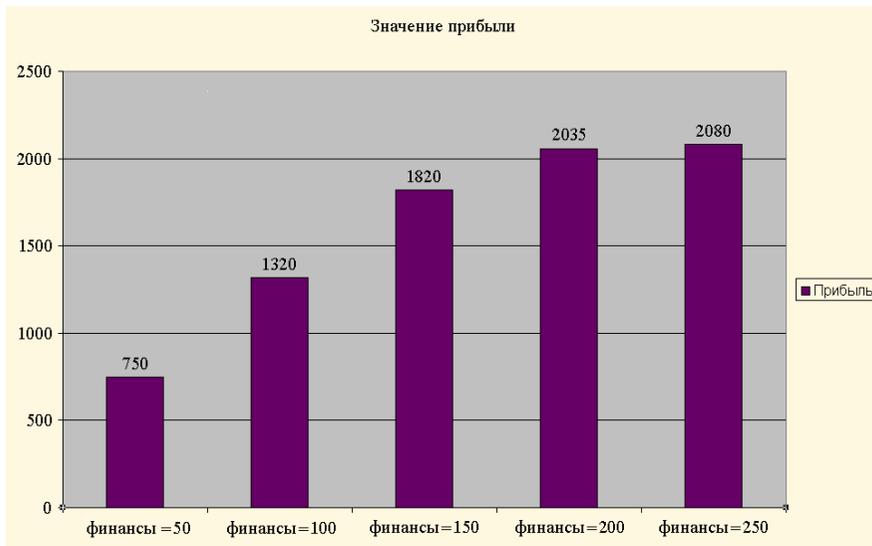


Рис. 15б.

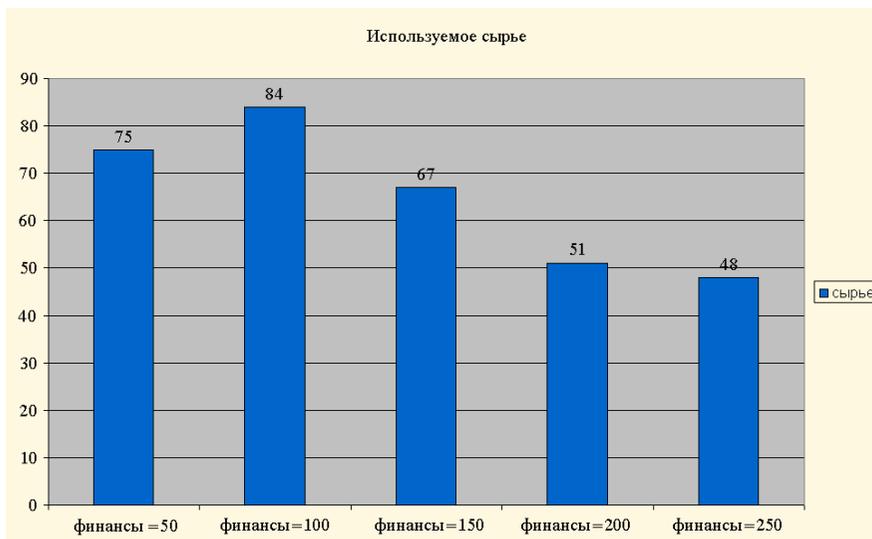


Рис. 15в.

Все эти величины являются искомыми и определяются в результате решения задачи. Для нахождения их необходимо задать исходные данные, которые в разных задачах могут быть различными.

Математическая модель, как и всегда, включает:

целевую функцию;

ограничения;

граничные условия.

Начнем с ограничений.

Ограничение для  $i$ -го объекта записывается в виде

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \{ \leq; =; \geq \} b_i$$

Ограничения для  $j$ -го периода записывается в виде

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \{ \leq; =; \geq \} d_j$$

Граничные условия могут быть односторонними и двухсторонними. Если нет специальных соображений, то в нижней границе обязательно должна быть назначена неотрицательность переменных  $x_{ij} \geq 0$ .

Если заданы конкретные значения нижней границы  $k_{ij}$ , то  $x_{ij} \geq k_{ij}$ .

Назначение верхней границы допустимо, но необязательно, поэтому в общем виде можно записать:

$$k_{ij} \leq x_{ij} \leq K_{ij}.$$

Целевая функция должна иметь вид:

$$F = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max (\min),$$

где  $c_{ij}$  определяет, в каком смысле распределение ресурсов будет оптимальным.

При этом возможны различные варианты. Рассмотрим некоторые из них.

1. С помощью значений  $c_{ij}$  устанавливается приоритет финансирования  $i$ -го объекта в  $j$ -м периоде. Чем важнее финансирование, тем выше значение  $c_{ij}$ , оцениваемое в баллах, – например, в интервале от 0 до 10.

2. Если  $c_{ij}$  является мерой оценки результата (финансирования), то целевая функция максимизируется.

3. Если  $c_{ij}$  характеризует непроизводительные затраты, то целевая функция минимизируется.

С учетом изложенного рассматриваемая задача оптимального распределения финансирования может быть сформулирована в виде следующей математической модели:

$$F = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max (\min)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \{ \leq; =; \geq \} b_i \dots i = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \{ \leq; =; \geq \} d_j \dots j = \overline{1, n}$$

$$k_{ij} \leq x_{ij} \leq K_{ij}.$$

Система является задачей линейного программирования, решение которой производится по аналогичной схеме.

Для решения задачи оптимального финансирования зададим исходные данные. Пусть  $m = 3$ ,  $n = 4$ , т. е. будем решать задачу распределения финансирования для трех объектов в течение четырех периодов. Величина  $c_{ij}$  принимается как характеристика результатов, оцениваемая в баллах.

Задачу будем решать при двух вариантах исходных данных. В первом варианте задаются объемы финансирования, выделенные для каждого объекта, во втором варианте задается суммарный объем финансирования всех объектов. Начнем с первого варианта. Решение задачи включает:

ввод исходных данных;

решение задачи;

формирование сводной таблицы.

*Алгоритм. Ввод исходных данных для оптимального распределения финансирования при заданных величинах для каждого объекта*

1. Сделать форму для ввода исходных данных задачи при  $m = 3$ ,  $n = 4$  (рис. 16).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		Ограничения									
2		период 1	период 2	период 3	период 4	левая часть	знак в ограничении	задан зн.			
3	Объект А					=СУММ(C3:F3)	<=	500			
4	Объект Б					=СУММ(C4:F4)	<=	300			
5	Объект В					=СУММ(C5:F5)	=	200			
6	левая часть	=СУММ(C3:C5)	=СУММ(D3:D5)	=СУММ(E3:E5)	=СУММ(F3:F5)						
7	знак в огр.	<=	<=	=	>=						
8	задан. знач.	160	150	90	100						
9											
10		Гран. Условия									
11											
12		период 1	период 2	период 3	период 4						
13	Объект А	нижн. гр.	50	30	20	40					
14		верх. гр.									
15	Объект Б	нижн. гр.	40	10	25	15					
16		верх. гр.									
17	Объект В	нижн. гр.	25	30	35	40					
18		верх. гр.									
19											
20		Коэф. В ЦФ									
21											
22		период 1	период 2	период 3	период 4		Целевая функция		напр.		
23	Объект А	6	5	6	8		=СУММПРОИЗВ(C3:F5;C23:F25)		макс		
24	Объект Б	10	8	7	9						
25	Объект В	3	5	4	6						

Рис. 16.

Форма состоит из трех блоков:

ограничений;

граничных условий;

коэффициентов в целевой функции.

2. В блок ограничений В3:I8 ввести с помощью кнопки «Автосуммирование»:

значения левых частей ограничений для объектов в ячейки G3:F5. Знаки ограничений в H3:H5 и в C7:F7 введены для наглядности. Их ввод для решения задачи будет рассмотрен ниже.

Значения правых частей для объектов в I3:I5 и для периодов в C8:F8.

3. В блок граничных условий A12:F18 ввести отличные от нуля нижние и верхние границы для всех переменных.

4. В блок коэффициентов целевой функции B22:F25 ввести значения коэффициентов.

5. Ввести целевую функцию:

курсор в H23.

«Мастер функций». Выбрать функции «Математические», а именно «СУММПРОИЗВ».

Ввести:

Массив 1 – C3:F5.

Массив 2 – C23:F25.

«Готово».

На этом ввод данных в таблицу заканчивается. Решение задачи следует выполнить по алгоритму.

*Алгоритм. Решение задачи оптимального распределения финансирования.*

1. «Сервис», «Поиск решения».

На экране: диалоговое окно «Поиск решения».

2. Ввести:

Целевую функцию H23.

Максимизировать.

Изменяя ячейки C3:F5.

3. Ввести граничные условия:

Нижние границы:

$C3 \geq C13$        $D3 \geq D13$        $E3 \geq E13$        $F3 \geq F13$

$C4 \geq C15$        $D4 \geq D15$        $E4 \geq E15$        $F4 \geq F15$

$C5 \geq C17$        $D5 \geq D17$        $E5 \geq E17$        $F5 \geq F17$

Верхние границы:

$D4 \leq D16$

$E5 \leq E18$

Ввод каждого граничного условия производится командами:

«Добавить»:

Адрес переменной.

Знак в ограничениях.

Адрес граничного условия.

«Добавить»

#### 4. Ввести ограничения:

для объектов:

$$G3 \leq I3$$

$$G4 \leq I4$$

$$G5 \leq I5$$

для периодов:

$$C6 \leq C8$$

$$D6 \leq D8$$

$$E6 = E8$$

$$F6 \geq F8.$$

Ввод ограничений производится так же, как и граничных условий. После ввода последнего ограничения вместо «Добавить» нужно нажать кнопку «ОК», затем кнопку «Параметры».

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения».

#### 5. Установить: «Линейная модель».

#### 6. «ОК».

#### 7. «Выполнить».

На экране: в ячейках C3:F5 результат решения задачи (рис. 17)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ограничения								
2			период 1	период 2	период 3	период 4	левая часть	знак в ограничении	задан. зн.
3	Объект А	50	30	20	390	500		<=	500
4	Объект Б	85	10	25	180	300		<=	300
5	Объект В	25	30	35	110	200		=	200
6	левая часть	160	70	90	680				
7	знак в огр.	<=	<=	=	>=				
8	задан. знач.	160	150	90	100				
9									
10	Гран. Условия								
11									
12			период 1	период 2	период 3	период 4			
13	Объект А	нижн. гр.	50	30	20	40			
14		верх. гр.							
15	Объект Б	нижн. гр.	40	10	25	15			
16		верх. гр.		70					
17	Объект В	нижн. гр.	25	30	35	40			
18		верх. гр.		60					
19									
20	Козф. В Цф								
21									
22			период 1	период 2	период 3	период 4		Цф	напр
23	Объект А	6	5	6	8			7500	макс
24	Объект Б	10	8	7	9				
25	Объект В	3	5	4	6				

Рис. 17.

Из полученного решения видно, что объекту А в первом периоде выделено 50, во втором - 30 и т. д. Значение целевой функции находится в ячейке H23 и равно 7500. Смысл этой величины определяется смыслом коэффициентов Cij. Если для установления приоритета они назначались в баллах, то величина целевой функции физического смысла не имеет. Напомним, что мы рассматривали первый вариант задания исходных данных, в котором задавались значения ресурсов, выделенных на каждый объект.

Теперь перейдем к случаю, когда установлена общая сумма финансирования, которая должна распределяться между всеми объектами.

*Алгоритм. Решение задачи оптимального распределения финансирования при заданном его суммарном значении*

Ввод исходных данных производится в основном так же, как и в алгоритме, но в форме ввода исходных данных необходимо изменить следующее:

1. Удалить ограничения для объектов, находящиеся в ячейках H3:I5 (рис. 17)

2. Вставить строку 7:

в ячейки:

G6 суммирование G3:G5

H6 знак <=

I6 значение всех ресурсов 1000

3. Сервис, Поиск решения...

4. Удалить ограничения:

$$G3 \leq I3$$

$$G4 \leq I4$$

$$G5 \leq I5$$

5. Ввести ограничения:

$$G6 \leq I6$$

6. Выполнить.

На экране: результат решения задачи (рис.18).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ограничения								
2									
3			период 1	период 2	период 3	период 4	левая часть	знак в ограничении	задан. зн.
4	Объект А	50	30	20	40	140			
5	Объект Б	85	10	35	600	730			
6	Объект В	25	30	35	40	130			
7	Все объекты				67	1000		<=	1000
8	левая часть	160	70	90	680				
9	знак в огр.	<=	<=	=	>=				
10	задан. знач.	160	150	90	100				
11									
12	Гран. Условия								
13									
14			период 1	период 2	период 3	период 4			
15	Объект А	нижн. гр.	50	30	20	40			
16		верх. гр.							
17	Объект Б	нижн. гр.	40	10	25	15			
18		верх. гр.		70					
19	Объект В	нижн. гр.	25	30	35	40			
20		верх. гр.			60				
21									
22	Коэф. В ЦФ								
23									
24			период 1	период 2	период 3	период 4		ЦФ	напр
25	Объект А		6	5	6	8		8070	макс
26	Объект Б		10	8	7	9			
27	Объект В		3	5	4	6			

Рис. 18.

Из этого решения видно, что при назначении общего ресурса на все объекты результат распределения ресурсов, измеряемый значением целевой функции, увеличился по сравнению с первым вариантом с 7500 до 8070. Это еще раз подтверждает, что каждое ограничение ухудшает целевую функцию.

## 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕДОСТАТОЧНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Если ввести задачу оптимального распределения финансирования при условиях, когда потребности в финансах превышают их наличие, тогда на экран выдается сообщение, что поиск не может найти решения. Это является, как известно, признаком несовместности. Естественно, что никакие алгоритмы не могут заменить недостающего финансирования. Однако они могут подсказать, как распределять финансирование в таких случаях.

Решение задачи рассмотрим для первого варианта исходных данных, когда каждому объекту были выделены определенные финансы. В таблицу введем в ячейки C8:F8 такие значения, чтобы их сумма 1550 заведомо превышала сумму значений, находящихся в ячейках правой части ограничений по объектам, равную 1000.

Здесь будем поступать так. Ограничение для объекта А имеет вид  $C3 + D3 + E3 + F3 < I3$ .

Для преодоления несовместности введем недостающий ресурс. При этом уравнение примет вид

$$C3 + D3 + E3 + F3 = I3 + \text{доп. рес.}$$

или

$$C3 + D3 + E3 + F3 - \text{доп. рес} = I3.$$

На этом построено решение задачи при недостатке финансирования. Для решения задачи следует пользоваться следующим алгоритмом.

*Алгоритм. Преодоление несовместности при недостаточном финансировании*

1. Вызвать таблицу.
2. Вставить столбец G (рис.19).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		Ограничения									
2		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.	левая часть	знак в ограничении	задан. зн.		
3	Объект А						=СУММ(C3:F3)-G3	=	500		
4	Объект Б						=СУММ(C4:F4)-G4	=	300		
5	Объект В						=СУММ(C5:F5)-G5	=	200		
6	левая часть	=СУММ(C3:C5)	=СУММ(D3:D5)	=СУММ(E3:E5)	=СУММ(F3:F5)						
7	знак в огр.	<=	<=	=	>=						
8	задан. знач.	500	150	400	500						
9											
10		Гран. Условия									
11											
12		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.					
13	Объект А	нижн. гр.	50	30	20	40					
14		верх. гр.									
15	Объект Б	нижн. гр.	40	10	25	15					
16		верх. гр.		70							
17	Объект В	нижн. гр.	25	30	35	40					
18		верх. гр.		60							
19											
20		Козф. В Цф									
21		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.	Целевая функция		напр.		
22							=СУММ(ПРОИЗВ(C3:G5;G23:G25))		макс		
23	Объект А	6	5	6	8						
24	Объект Б	10	8	7	9						
25	Объект В	3	5	4	6						

Рис. 19.

3. Ввести в блок ограничений:

Ячейки G3:G5.

В ячейки H3:H6 ввести указанные формулы.

В ячейки I13:I18 и G23:G25 ничего не вводить.

4. «Поиск решения».

5. Ввести:

Изменяемые ячейки: C3:G5.

Ограничения для объектов:

H3 = J3

H4 = J4

H5 = J5

6. Ограничения для периодов:

C6 <= C8

D6 <= D8

E6 = E8

F6 >= F8

Дополнительно к введенному ввести:

Граничные условия:

G3 >= G13

G4 >= G15

G5 >= G17

7. «Выполнить».

На экране: результат решения (рис.20).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		Ограничения									
2		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.	левая часть	знак в ограничении	задан. зн.		
3	Объект А	50	100	20	40	0	210	=	500		
4	Объект Б	425	20	345	420	910	300	=	300		
5	Объект В	25	30	35	40	0	130	=	200		
6	левая часть	500	160	400	500						
7	знак в огр.	<=	<=	=	>=						
8	задан. знач.	500	150	400	500						
9											
10		Гран. Условия									
11											
12		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.					
13	Объект А	нижн. гр.	50	100	20	40					
14		верх. гр.									
15	Объект Б	нижн. гр.	40	10	25	15					
16		верх. гр.		70							
17	Объект В	нижн. гр.	25	30	35	40					
18		верх. гр.		60							
19											
20		Козф. В Цф									
21		период 1	период 2	период 3	период 4	недост.					
22							Цф		напр.		
23	Объект А	6	5	6	8		12450		макс		
24	Объект Б	10	8	7	9						
25	Объект В	3	5	4	6						

Рис. 20.

В полученной таблице G4 = 910. Это значит, что для выполнения финансирования при введенных в ячейки C8:F8 заданных значениях, необходимо увеличить финансирование для объекта Б на 910 единиц.

Аналогично можно определять недостающее финансирование и для второго варианта исходных данных, в котором назначались суммарные ресурсы для всех объектов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Ситуации для поиска оптимального решения

#### Ситуация 1

ЗАО «БМК» производит два вида продукции: молоко и сметану. Молоко продается по цене 34 руб., сметана – по цене 51 руб. Для производства обоих продуктов используется два вида сырья – цельное молоко и сахар. Затраты сырья на производство продукции приведены в таблице.

Сырье	Продукт		Запасы сырья, тонн
	Молоко	Сметана	
Молоко цельное	0,3	0,6	300
Сахар	0,45	0,4	430
Цена, руб.	20	30	

Необходимо определить оптимальный объем производства, при котором доход будет максимальным.

#### Ситуация 2

Для производства продукции трех видов А,В,С необходимы три различных вида сырья. Каждый может быть использован в объеме соответственно не более чем 180, 210, 244 кг. Нормы затрат каждого из видов сырья на единицу продукции данного вида и цена продукции данного вида приведены в таблице.

Виды сырья	Нормы затрат сырья на единицу продукции, кг		
Сырье 1	4	2	1
Сырье 2	3	1	3
Сырье 3	1	2	5
Цена единицы продукции, руб	10	14	12

Определить план производства продукции, обеспечивающий максимальный выпуск ее в стоимостном выражении, и провести анализ устойчивости оп-

тимального плана относительно возможных изменений объемов каждого из используемых видов сырья.

#### Ситуация 3

Завод-производитель высокоточных элементов для автомобилей выпускает два различных типа деталей – X и Y. Завод располагает фондом рабочего времени в 400 чел.-ч. в неделю. Для производства одной детали типа X требуется 1 чел.-ч., а для производства одной детали типа Y – 2 чел.-ч. Производственные мощности завода позволяют выпускать максимум 1150 деталей типа X и 1750 деталей типа Y в неделю. Каждая деталь типа X требует 2 кг металлических стержней и 5 кг листового металла, а для производства детали типа Y необходимо 5 кг металлических стержней и 2 кг листового металла. Уровень запасов каждого вида металлов составляет 10000 кг в неделю. Кроме того, еженедельно завод поставляет 600 деталей типа X своему постоянному заказчику. Существует также профсоюзное соглашение, в соответствии с которым общее число производимых в течение одной недели деталей должно составлять не менее 1500 шт. Сколько деталей каждого типа следует производить, чтобы максимизировать общий доход в неделю, если доход от производства одной детали типа X составляет 30 руб., а от производства одной детали типа Y – 40 руб.?

#### Ситуация 4

Для производства трех видов продукции предприятие использует два типа технологического оборудования и два вида сырья. Нормы затрат сырья и времени на изготовление одного изделия каждого вида приведены в таблице. В ней же указан общий фонд рабочего времени каждой из групп технологического оборудования, объем имеющегося сырья каждого вида, а также цена одного изделия данного вида и ограничения на возможный выпуск каждого из изделий.

Составить такой план производства продукции, согласно которому будет изготовлено необходимое количество изделий каждого вида, а общая стоимость всей изготовленной продукции будет максимальной, а все ресурсы будут использованы полностью.

Ресурсы	Нормы затрат ресурса на одно изделие вида			Фонд рабочего времени; объем имеющегося сырья каждого вида
	1	2	3	
Производительность оборудования, нормо-ч				
1 типа	2	-	4	440
2 типа	4	3	1	300
Сырье, кг				
1 вида	10	15	20	2800
2 вида	30	20	25	3900
Цена одного изделия, руб.	10	15	20	
Выпуск, шт.				
минимальный	10	20	25	
максимальный	20	40	100	

### Ситуация 5

Фирма производит два вида продукции. Ограничений по сбыту нет, но объем производства ограничен количеством основного сырья и производственной мощностью оборудования. Для производства продукции вида А требуется 0.02 часа работы оборудования, для Б – 0.04 часа. Расход основного сырья вида А составляет 0,01 кг/ед., вида Б – 0.04 кг/ед., а распоряжении фирмы имеется 24 часа работы оборудования и 16 кг сырья на день. Доход от выпуска каждого вида продукции: А – 10, 1 руб., Б – 8,3 руб.

Сколько продукции каждого вида следует выпускать ежедневно, чтобы получать максимальный доход?

### Ситуация 6

Завод по производству электронного оборудования выпускает персональные компьютеры и системы подготовки текстов. В настоящее время освоены четыре модели:

1. «Юпитер» – объем памяти 512 Кбайт, одинарный дисковод.

2. «Венера» – объем памяти 512 Кбайт, двойной дисковод.

3. «Марс» – объем памяти 640 Кбайт, двойной дисковод.

4. «Сатурн» - объем памяти 640 Кбайт, жесткий диск.

В производственный процесс вовлечены три цеха завода – цех узловой сборки, сборочный и испытательный. Распределение времени, требуемого для обработки каждой модели в каждом цехе, а также максимальные производственные мощности цехов приведены в таблице. Отдел исследований рынка производит периодическую оценку спроса потребителей на каждую модель. Максимальные прогнозные значения спроса и доходы от реализации единицы продукции каждой модели также содержатся в таблице.

Время, требуемое на обработку каждой модели в каждом цехе

Цех	Время на единицу продукции, ч.				Максимальная производственная мощность, ч/мес.
	«Юпитер»	«Венера»	«Марс»	«Сатурн»	
Узловой сборки	5	8	20	25	800
Сборочный	2	3	8	14	420
Испытательный	0,1	0,2	2	4	150
Максимальное прогнозное значение спроса	100	45	25	20	
Доход, руб.	15	30	120	130	

Построить задачу линейного программирования для изложенной проблемы производства изделий в ассортименте, если цель состоит в максимизации общего ежемесячного дохода.

### Ситуация 7

Менеджер по ценным бумагам намерен разместить 100 тыс. капитала таким образом, чтобы получить максимальные годовые проценты с дохода. Его выбор ограничен четырьмя объектами инвестиций А, В, С, Д. А позволяет получить 6% годовых, В – 8%, С – 10%, Д–9%. Степень риска различна, и с уче-

том этого менеджер решил не менее 0,5 инвестиций вложить в А и В. Чтобы обеспечить ликвидность, не менее 25% от общей суммы капитала нужно поместить в Д. Учитывая возможные изменения в области политики, предусматривается, что в объект С следует вложить не более 20%. Налоговая политика требует, чтобы в объект А было вложено не менее 30%.

Какое количество капитала следует вложить в каждый объект инвестиций, чтобы получить максимальный доход?

### Ситуация 8

Менеджер международной банковской организации по инвестициям располагает 550000 руб., находящимися на счете банка, которые необходимо инвестировать, и рассматривает четыре общих типа инвестиций, а именно:

*тип 1:* государственные ценные бумаги;

*тип 2:* ценные бумаги корпораций;

*тип 3:* обыкновенные акции отраслей сферы обслуживания;

*тип 4:* обыкновенные акции отраслей производственной сферы.

Целью менеджера по инвестициям является максимизация нормы отдачи вложений, причем размер годовых процентов от инвестиций равен 8, 9, 10 и 12% для типов 1, 2, 3 и 4 соответственно. Денежные средства, не инвестированные ни по одному из указанных выше типов, остаются на банковском счете и приносят 4% годовых.

Менеджер по инвестициям принял решение, что не менее 50000 руб. следует поместить в ценные бумаги корпораций, а в инвестиционные проекты с элементами риска (т.е. ценные бумаги корпораций и все виды обыкновенных акций) следует вложить не более 300000 руб. Кроме того, он считает, что по крайней мере половину общей суммы денежных средств, инвестированных в соответствии с указанными выше типами инвестиций, следует вложить в обыкновенные акции, но в акции отраслей производственной сферы следует поместить не более одной четверти общей суммы инвестиций.

### Ситуация 9

Промышленная фирма специализируется на производстве технических лаков. Представленная ниже таблица содержит информацию о ценах продажи и соответствующих издержках производства единицы полировочного и матового лаков.

Лак	Цена продажи 1 флакона, руб.	Издержки производства одного флакона, руб.
Матовый	13	9
Полировочный	16	10

Для производства 1 флакона матового лака необходимо 6 мин. трудозатрат, а для производства одного флакона полировочного лака — 12 мин. Резерв фонда рабочего времени составляет 400 чел.-ч. в день. Размер ежедневного запаса необходимой химической смеси равен 100 унциям, тогда как ее расход на один флакон матового и полировочного лаков составляет 0,05 и 0,02 кг соответственно. Технологические возможности завода позволяют выпускать не более 3000 флаконов лака в день.

В соответствии с соглашением с основным оптовым покупателем компания должна поставлять ему 5000 флаконов матового лака и 2500 флаконов полировочного лака за каждую рабочую неделю (состоящую из 5 дней). Кроме того, существует соглашение, в котором оговаривается минимальный объем производства в день, равный 2000 флаконам. Необходимо определить ежедневные объемы производства каждого вида лака, которые позволяют получать максимальный общий доход.

Требуется:

1. Построить линейную модель для производственной проблемы, с которой столкнулась компания.
2. Определить ежедневный оптимальный план производства и соответствующую ему величину дохода.
3. Профсоюз компании требует увеличения оплаты 1 ч. сверхурочных работ на 20 руб. Обосновать, сочтет ли администрация компании целесообразным такое предложение?

4. Для исходной задачи (не учитывающей сверхурочные работы) определить промежутки изменений показателя единичного дохода за 1 флакон полировочного лака, в котором исходное оптимальное решение остается прежним.

### Ситуация 10

Построить математическую модель для поиска оптимального распределения финансирования между тремя объектами в течение года. Объем финансирования каждого объекта определить поквартально. Коэффициенты целевой функции, показывающие оценки эффективности финансирования каждого объекта в каждом периоде, представлены в таблице.

	Период 1	Период 2	Период 3	Период 4
Объект А	6	5	6	8
Объект В	10	8	7	9
Объект С	3	5	4	6

Объемы годового финансирования каждого объекта ограничены соответственно 500, 300, 200 тыс. руб. Существуют также ограничения по периодам финансирования: в первом периоде общий объем финансирования не должен превышать 160 тыс. руб., во втором – не более 150 тыс., в третьем периоде объем финансирования должен быть равен 90 тыс., в четвертом периоде объем может быть более 100 тыс. руб.

Нижние и верхние границы финансирования каждого объекта в каждом квартале приведены в таблице.

Объекты	Границы	Период 1	Период 2	Период 3	Период 4
Объект А	нижняя	50	30	20	40
	верхняя	-	-	-	-
Объект В	нижняя	40	10	25	15
	верхняя	-	70	-	-
Объект С	нижняя	25	30	35	40
	верхняя	-	-	60	-

### Контрольные вопросы

1. Какое решение предлагает система поддержки принятия решения?
2. Является ли предлагаемое решение эффективным?
3. Реально ли поставленная в ситуации цель?
4. Какова реальная потребность в ресурсах?
5. Насколько полученное решение удовлетворяет спрос на продукцию каждого вида?
6. Какова доля прибыли каждого вида продукции в общей прибыли?
7. Каковы возможности дальнейшего увеличения прибыли (в общем случае увеличения целевой функции)?
8. Каким может быть направление поиска оптимального решения?
9. В каком случае целевая функция ориентирована на минимум?
10. Каков экономический смысл значения «Разница» в отчете по результатам?
11. Каков экономический смысл нормированного градиента?
12. Каков экономический смысл значения «Коэффициент Лагранжа»?
13. Каково назначение отчета по устойчивости?
14. Каково назначение отчета по пределам?
15. Что такое формализация ситуации?
16. Какие модели использованы для формализации ситуации в данном случае?
17. Какой метод поиска оптимального решения реализован в процедуре «Поиск решения» Excel?
18. Какие альтернативные варианты были рассмотрены при анализе ситуации?
19. Каков критерий выбора в формализованной ситуации?
20. Какие другие критерии могли быть определены?
21. Какую дополнительную информацию следовало бы использовать для анализа ситуации, как ее формализовать и учесть модели, какие результаты

можно получить с использованием данной дополнительной информации, какие выводы сделать при разработке решения?

22. Каково назначения и возможности параметрического анализа?

23. Какие альтернативные варианты позволяют рассматривать параметрический анализ?

24. В отношении каких параметров модели показателей параметрический анализ?

25. Насколько параметрический анализ позволяет расширить возможности анализа альтернатив и выбора решения?

26. Обобщить результаты работ 2 и 3.

27. Каким должно быть направление оптимизации целевой функции при поиске решения о распределении финансирования, если коэффициенты целевой функции являются оценками приоритетности финансирования объекта в соответствующем периоде?

28. Какими должны быть ограничения в модели оптимального распределения финансирования?

29. Что означает недостаточность финансирования, как ее преодолеть?

**Лина Васильевна Рыбакова**

*доцент кафедры экономики и менеджмента организации АмГУ,*

*канд. техн. наук*

**Методы принятия управленческих решений: Лабораторные работы. Методическое пособие**

---

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2,09. Заказ 447