

Министерство образования РФ
Воронежский Государственный Университет

Экономический факультет

**Кафедра Информационных технологий
и математических методов в экономике**

А.В. Белобродский
М.А. Гриценко

Поиск решений с EXCEL 2000

**Руководство по решению экстремальных задач в
экономике.**

Для студентов экономических специальностей

Воронеж
2001

ББК 22.18

Б 43

В работе практические вопросы, связанные с принятием рациональных решений в экономике, с использованием EXCEL 2000 и ее модификаций. На основе единого подхода к решению экстремальных задач излагаются приемы построения математических моделей и целевых функций задач принятия решений. При этом формирование элементов математических моделей и целевых функций сводится, в основном, к разметке и выделению блоков ячеек рабочего листа EXCEL 2000 и использованию операции “автосуммирование”. Предлагается единый входной интерфейс для формирования нелинейных и линейных целевых функций. Рассматриваются вопросы анализа результатов решения.

Работа предназначена для школьников экономических классов, студентов и аспирантов экономических вузов, а также для практических и научных работников, занимающихся вопросами принятия рациональных решений в экономике.

Дополнительные рекомендации по вопросам поиска рациональных решений в экономике с использованием EXCEL 2000 и ее модификаций можно получить по адресу:

394068 г.Воронеж, ул. Хользунова 40,

Экономический факультет ВГУ

Факс: (0732) 13-46-67

E-mail: belobrodskiy@narod.ru

© Белобродский А.В., Гриценко М.А., 2001 г.

Введение

В различных областях своей деятельности человеку практически ежедневно приходится сталкиваться с проблемой принятия решений для достижения тех или иных целей. В экономике целями могут быть увеличение прибыли, снижение затрат, повышение производительности труда, рациональное использование оборудования, повышение эффективности инвестиций и многие другие. Задача достижения экономических целей приводит к проблеме рационального использования ограниченных ресурсов (материальных, сырьевых, энергетических, финансовых, трудовых и других.). Для решения этой проблемы человеку необходимо принимать определенные решения. Естественно, что в процессе принятия решений человеку, как правило, свойственно стремление выбрать наилучшее для него решение.

В работе рассматриваются практические вопросы, связанные с принятием рациональных решений в экономике на основе использования EXCEL 2000 и ее модификаций.

Выполнение приводимых заданий, позволит Вам приобрести практические навыки, необходимые для решения на компьютере важных и актуальных экономических задач.

1 Основные определения

Определение 1. Наилучшее решение, с точки зрения принимающего это решение человека, будем называть оптимальным.

С незапамятных времен человек в процессе принятия решения использовал свой опыт и интуицию.

Для принятия оптимальных решений в современных условиях к опыту и интуиции человека добавляется возможность использования ЭВМ. ЭВМ позволяет в короткий срок обработать большой объем данных, необходимых для принятия решения, выработать рекомендации по принятию оптимального решения, оценить последствия от принимаемого решения, которые могут произойти в будущем.

Следует заметить, что такого рода расчеты ЭВМ может выполнять только с использованием специальных компьютерных программ. Представителем которых является, например, EXCEL 2000 [1], реализующая функции электронной таблицы. Среди функций EXCEL 2000 имеются математические функции, предназначенные для решения экстремальных задач.

Определение 2. Экстремальная задача - это задача по поиску наилучшего (оптимального) решения из множества (набора) допустимых решений.

Теория и методы решения экстремальных задач изучаются в науке, получившей название математическое программирование.[2]

Для решения экстремальной задачи на ЭВМ необходимо средствами математической символики описать заданную цель (например, получение максимальной прибыли), а также запас имеющихся ресурсов и условия их использования для достижения цели. При таком описании выделяют следующие два понятия:

- Математическую модель;
- Целевую функцию.

Определение 3. Математическая модель - это приближенное описание какого-либо класса явлений средствами математической символики. Анализ математической модели дает возможность проникнуть в сущность изучаемых явлений.

Математическая модель экстремальной задачи задает множество допустимых решений X . Множество X определяется имеющимися запасами ресурсов и условиями их использования для достижения цели.

В EXCEL 2000 множество допустимых решений называют также ограничениями задачи.

Определение 4. Целевая функция представляет собой числовую характеристику, большему или меньшему значению которой соответствует лучшее решение, с точки зрения принимающего это решение человека. Будем обозначать целевую функцию через $f(x)$ где $x^T = (x_1, L, x_j, L, x_n)$.

Определение 5. Вектор $x \in X$ где $x^T = (x_1, L, x_j, L, x_n)$, а X - множество допустимых решений будем называть решением экстремальной задачи.

2 Примеры экстремальных задач

Одним из примеров экстремальной задачи может служить задача максимизации прибыли предприятия в условиях ограниченных ресурсов. Пусть некоторое предприятие, применяя имеющуюся технологию, может выпускать n видов продукции, используя m видов ресурсов. Целью предприятия является получение максимальной прибыли.

Построим математическую модель и целевую функцию для решения задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции. То есть такого объема, который может обеспечить предприятию получение максимальной прибыли.

Для построения математической модели введем следующие обозначения. Обозначим через x_j , $j = \overline{1, n}$ количество выпускаемой продукции j -го вида. Тогда объем всей выпускаемой продукции можно обозначить с помощью вектора $x^T = (x_1, \mathbf{L}, x_j, \mathbf{L}, x_n)$. Обозначим через b_i , $i = \overline{1, m}$ запас i -го вида ресурса, имеющийся на предприятии, а через $g_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ - количество i -го ресурса, необходимого для выпуска продукции, определяемой вектором x .

Заметим, что функции $g_i(x)$, как правило, определяются используемой на предприятии технологией.

Очевидно, что выпуск продукции будет ограничен имеющимися запасами ресурсов. Математически эти ограничения можно записать в следующем виде:

$$g_i(x) \leq b_i \quad i = \overline{1, m} \quad (1)$$

Обозначим через h_j , $j = \overline{1, n}$ верхние ограничения, обусловленные спросом, на продукцию j -го вида, а через l_j , $j = \overline{1, n}$, нижние ограничения обусловлены спросом, на ту же продукцию. Очевидно, что выпуск продукции должен удовлетворять условиям спроса. Математически эти условия можно записать следующим образом:

$$l_j \leq x_j \leq h_j \quad j = \overline{1, n} \quad (2)$$

Естественно также, что выпуск продукции x_j , $j = \overline{1, n}$ удовлетворяет условиям неотрицательности, а именно $x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n}$. (3)

Обозначим через $f(x)$ прибыль, получаемую предприятием от реализации продукции. Тогда задача определения объема выпуска продукции, обеспечивающего предприятию максимальную прибыль, может быть записана следующим образом.

Найти

$$\max f(x) \quad (4)$$

при условиях (1), (2), (3).

При этом функция $f(x)$ называется целевой функцией, вектор x - вектором переменных, система неравенств (1),(2),(3) представляет собой математическую модель задачи. Иногда систему неравенств вида (1)-(3) называют ограничениями задачи.

Экстремальную задачу (4), (1)-(3) называют также задачей математического программирования или задачей оптимизации.

Дадим интерпретацию экстремальной задачи (4), (1)-(3) как задачи принятия решения. Компоненты вектора переменных $x_j, j = \overline{1, n}$ моделируют принятие конкретного решения. Целевая функция $f(x)$ моделирует эффективность принимаемого решения. Ограничения (1)-(3) задачи моделируют связи, накладываемые на компоненты вектора переменных $x_j, j = \overline{1, n}$ способами использования ресурсов.

В общем случае экстремальную задачу можно определить, например, следующим образом.

Дано множество X и функция $f(x)$, определенная на множестве X . Требуется найти (если они существуют) точки максимума или минимума функции $f(x)$ на множестве X . Условимся записывать задачу максимизации функции $f(x)$ на множестве X следующим образом:

$$\begin{aligned} \max f(x) \\ x \in X \end{aligned} \quad (5)$$

При этом функцию $f(x)$ будем по-прежнему называть целевой функцией, вектор x - вектором переменных, множество X будем называть множеством допустимых решений.

Множество X определяется неравенствами (1), (2), (3).
Конкретизируем рассмотренную выше задачу.

2.1 Задача определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции

Предприятие может выпускать n видов продукции, используя для этого m видов ресурсов. Пусть для производства одной единицы продукции j -го вида используется a_{ij} единиц ресурса i -го вида. Прибыль от реализации одной единицы продукции j -го вида обозначим через P_j , $j = \overline{1, n}$ рублей. Требуется определить такой объем выпуска продукции, который обеспечивает предприятию наибольшую прибыль.

Обозначим через x_j , $j = \overline{1, n}$ объем продукции j -го вида, выпускаемой в соответствии с некоторым планом. Тогда математическую модель задачи можно записать в следующем виде

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = \overline{1, m} \quad (6)$$

Эта модель определяется ограничениями на выпуск продукции, обусловленными имеющимися запасами ресурсов. Целевую функцию задачи можно записать следующим образом

$$W = \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (7)$$

После построения математической модели и записи целевой функции задача определения объема выпуска продукции, обеспечивающего предприятию наибольшую прибыль, может быть сформулирована как задача

Найти $\max W = \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (8)$

при условии $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = \overline{1, m} \quad (6)$

$$x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n} \quad (9)$$

Условие (9), указывающее на неотрицательность выпуска продукции, необходимо задавать для решения задачи на компьютере, с использованием EXCEL 2000.

В задаче (8), (6), (9) отсутствуют ограничения по спросу на продукцию, которым в рыночной экономике принадлежит важная роль. Введем эти ограничения в задачу следующим образом.

Обозначим через $h_j, j = \overline{1, n}$ верхнее ограничение по спросу на продукцию j -го вида, а через l_j нижнее ограничение по спросу на продукцию j -го вида, тогда задача (8), (6), (9) примет следующий вид

Найти
$$\max W = \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (8)$$

при условии
$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad j = \overline{1, n} \quad (6)$$

$$l_j \leq x_j \leq h_j \quad j = \overline{1, n} \quad (10)$$

$$x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n} \quad (9)$$

В общем случае прибыль с ростом объема производства может начать уменьшаться из-за дополнительных затрат, связанных, например, с реализацией продукции.

Обозначим через $a_j \quad j = \overline{1, n} \quad 0 < a_j \leq 1$

$j = \overline{1, n}$ степень влияния на прибыль объема выпуска j -го изделия. Тогда целевая функция задачи может быть записана в следующем виде:

$$W_1 = \sum_{j=1}^n P_j X_j^{a_j} \quad (11)$$

а сама задача примет вид

$$\max W_1 = \sum_{j=1}^n P_j X_j^{a_j} \quad (12)$$

при условиях (6), (10), (9).

Заметим, что если $a_j = 1$, то прибыль не зависит от объема выпуска j -го изделия.

2.2 Транспортная задача

Имеется m пунктов производства и n пунктов потребления.

Количество продукта в i -м пункте производства обозначим через $a_i, i = \overline{1, m}$;

Потребность в продукте в j -м пункте потребления обозначим через $b_j, j = \overline{1, n}$

Стоимость перевозки одной единицы продукта из i -го пункта производства в j -й пункт потребления обозначим через $c_{ij} (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$ рублей.

Требуется составить такой план перевозки однородного продукта так, чтобы общая стоимость перевозок была минимальной.

Обозначим через x_{ij} количество продукта, перевозимого из i -го пункта в j -й пункт .

В принятых обозначениях

$\sum_{j=1}^n x_{ij}$ количество продукта, вывозимого из i -го пункта

$\sum_{i=1}^m x_{ij}$ количество продукта, доставляемого в j -й пункт.

$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_j x_{ij}$ суммарные транспортные расходы.

Математическая модель транспортной задачи будет иметь следующий вид:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad i = \overline{1, m} \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad j = \overline{1, n} \quad (14)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = \overline{1, m} \quad j = \overline{1, n} \quad (15)$$

Целевая функция может быть записана следующим образом

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (16)$$

Минимизация транспортных расходов требует решения следующей задачи.

$$\text{Найти } \min V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (17)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad i = \overline{1, m} \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad j = \overline{1, n} \quad (14)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = \overline{1, m} \quad j = \overline{1, n} \quad (15)$$

3 Включение компьютера и запуск EXCEL

Для выполнения вычислений на персональном компьютере с использованием EXCEL прежде всего необходимо:

1. Включить компьютер;
2. Запустить программу EXCEL.

3.1 Порядок включения компьютера

Для включения компьютера необходимо:

1. Нажать кнопку включения питания на мониторе;
2. Нажать кнопку включения питания на системном блоке.

После выполнения указанных действий начинается

осуществляться загрузка ядра операционной системы (ОС) Windows 98 в оперативную память компьютера.

Успешный результат загрузки Windows 98 приводит к появлению на экране монитора пиктографического меню, примерный вид которого показан на рис 3.1.



рис 3.1.

3.2 Порядок запуска программы EXCEL

В ОС Windows 98 имеется несколько способов запуска программ.

Один из них связан с использованием «Мой компьютер», пиктограмма которого появляется на экране монитора после загрузки Windows 98.

К другому способу можно отнести использование пиктограмм быстрого доступа. Например, если после загрузки Windows 98 на экране монитора появляется



пиктограмма Microsoft Excel, то, установив на нее курсор (указатель мыши) и затем дважды щелкнув левой клавишей мыши, можно осуществить запуск программ EXCEL.

Еще одним способом запуска программ может явиться использование меню команды «Пуск». Рассмотрим этот способ для запуска программы EXCEL.

1. Установите курсор в левый нижний угол экрана на кнопку «Пуск» (рис 3.1.) и щелкните левой клавишей «мыши».

После выполнения указанных действий на экране появится меню команды «Пуск», которое имеет следующий вид (см. рис.3.2).

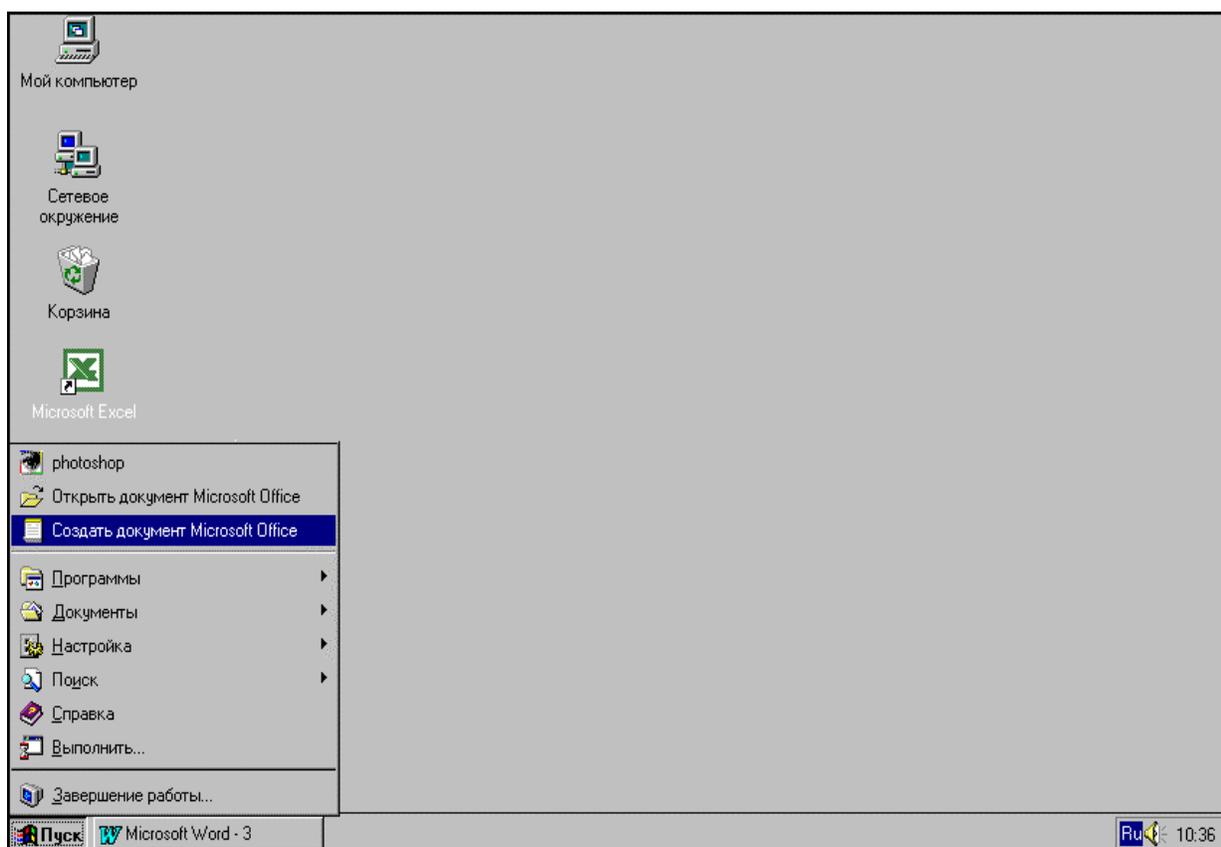


рис 3.2.

2. Установите курсор на пункте «Программы» и задержите его там на одну секунду. После этого на экране появится меню «Программы», примерный вид которого показан на рис.3.3.

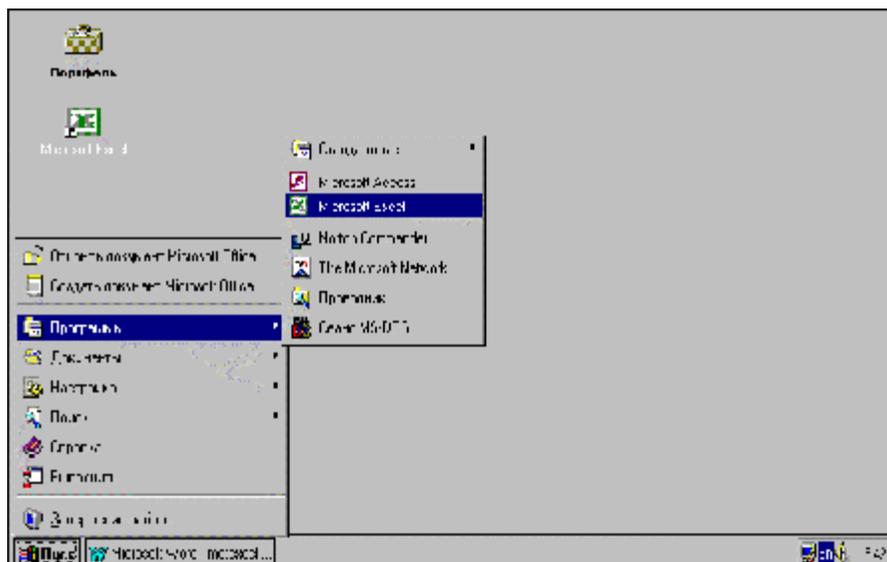


рис 3.3.

3. Установите курсор на пункт  Microsoft Excel и щелкните на пиктограмме этого пункта левой клавишей мыши.

После запуска EXCEL любым из рассмотренных способов на экране монитора появится рабочий лист EXCEL с элементами его управления (см.рис.3.4).

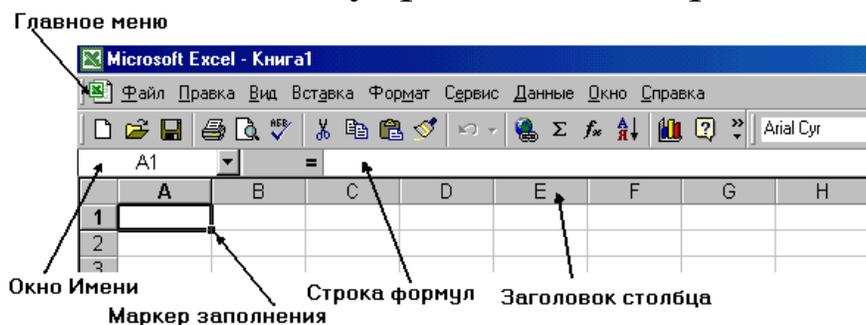


рис 3.4.

4 Основные приемы работы в EXCEL

Определение 6. EXCEL - это универсальное программное средство, предназначенное для электронной обработки данных.

Данные в EXCEL хранятся в рабочих книгах.

Определение 7. Рабочая книга (Workbook) - это универсальный аналог картотеки.

Подобно карточкам картотеки, рабочая книга включает в себя отдельные листы (Sheets). В зависимости от назначения листы рабочей книги могут быть различных типов. Например, для ввода данных в рабочую книгу, с целью их хранения и дальнейшей обработки, используются рабочие листы (Worksheet).

Определение 8. Рабочий лист (Worksheet) - это электронный аналог таблицы, у которой можно выделить отдельные столбцы и строки, на пересечении которых образуются клетки.

Столбцы рабочего листа именуются буквами, а строки - цифрами (рис 3.4)

Пересечение столбца и строки рабочего листа образует ячейку (CELL). Например, столбец А и строка 1 образуют ячейку с адресом А1 (рис 3.4.).

Замечание: Русские буквы в обозначении столбцов использовать нельзя.

Определение 9. Ячейка - это электронный аналог одной клетки таблицы.

В каждую ячейку может быть записано число, текст

или формула. Запись формулы должна начинаться со знака =.

Программные средства EXCEL позволяют обрабатывать содержимое не только отдельных ячеек, но также и диапазонов (блоков) ячеек.

Определение 10. Блоком ячеек (RANGE) называется совокупность смежных ячеек, образующих прямоугольную область.

Адрес блока ячеек состоит из адреса верхней левой ячейки блока и адреса правой нижней ячейки блока, разделенных знаком :

На рис 4.1 показан блок ячеек с адресом B2:D4.

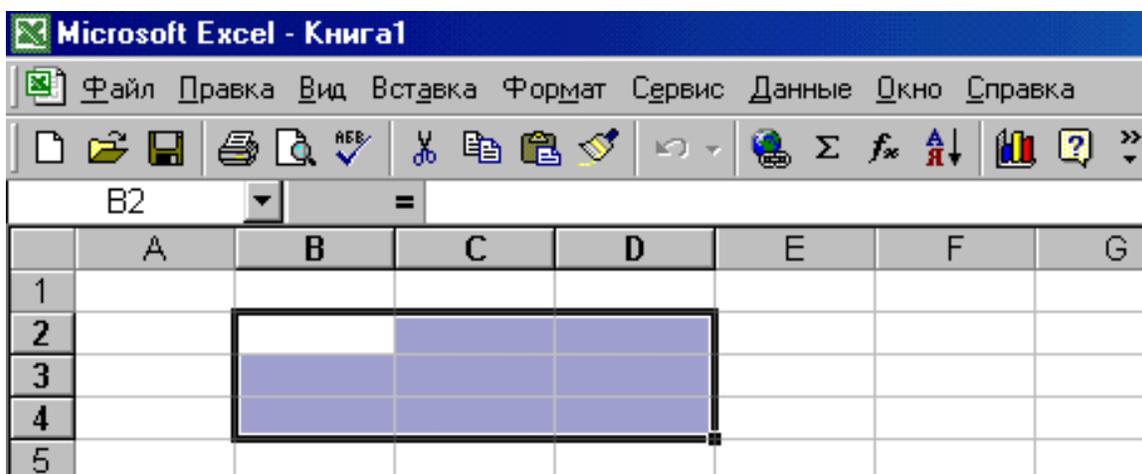


рис 4.1.

Перед выполнением многих операций с такими данными необходимо выделять (селектировать) ячейки, содержащие эти данные.

4.1 Селекция ячейки

Селекция ячейки это выбор ячейки, с которой будет работать пользователь или программные средства EXCEL.

Для селекции ячейки необходимо:

1. Установить курсор на требуемую ячейку;
- 2 Щелкнуть левой клавишей мыши.

Визуально селекция сопровождается появлением рамки вокруг ячейки, в нижнем правом углу которой имеется маленький квадрат - маркер заполнения (File handle), см. рис.3.4 (ячейка A1).

4.2 Селекция блока ячеек

Селекция блока ячеек - это выбор блока ячеек, с которым будет работать пользователь или программные средства EXCEL.

Для селекции блока ячеек необходимо:

1. Установить курсор на левую верхнюю ячейку блока;
2. Нажать левую клавишу мыши;
3. Удерживая левую клавишу мыши нажатой, переместить курсор на правую нижнюю ячейку блока.

Визуально селекция блока ячеек сопровождается появлением вокруг блока ячеек рамки, в нижнем правом углу которой находится маркер заполнения. Кроме того, селекция блока ячеек сопровождается изменением цвета всех ячеек блока, кроме верхней левой. Селектированный блок ячеек показан на рис.4.1.

4.3 Ввод данных в ячейки

Для ввода в ячейку числа, текста или формулы необходимо:

1. Селектировать ячейку;
2. Набрать вводимое данное на клавиатуре;
3. Нажать клавишу ENTER.

Напомним, что ввод формулы в ячейку должен начинаться с набора знака =.

Вводимая формула отображается в строке формул.

4.4 Копирование формул

Копирование формул является мощным средством автоматизации вычислений в EXCEL. Оно позволяет распространить влияние формулы с первой ячейки некоторого блока ячеек на остальные ячейки этого блока. При этом автоматически происходит индексация адресов ячеек, содержащих аргументы копируемых формул.

Для копирования формулы необходимо:

1. Селектировать первую ячейку блока, содержащую формулу;

2. Установить курсор на маркер заполнения (маленький квадрат в правом нижнем углу ячейки). При этом курсор должен принять вид крестика, т.е. + (рис.4.2).

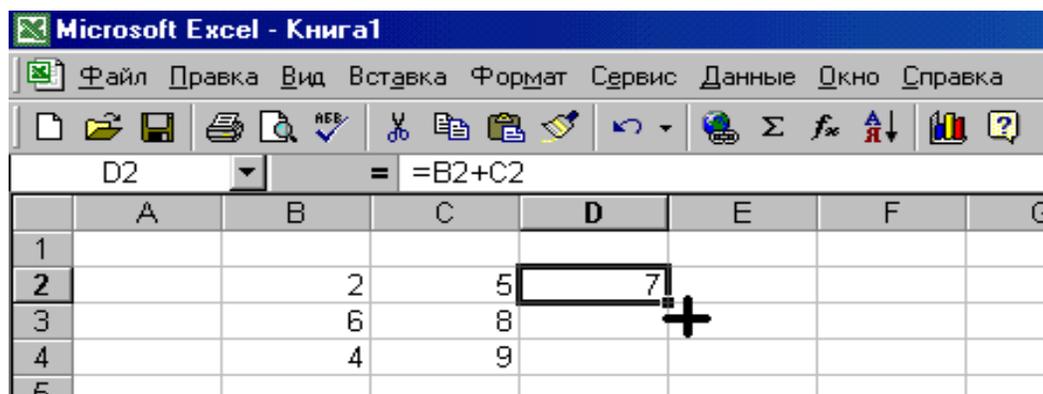


рис 4.2.

3. Нажать левую клавишу мыши и, удерживая ее, переместить курсор к последней ячейке блока.

Если при копировании формулы требуется фиксация адресов некоторых ячеек или составляющих частей этих адресов, то для этой цели используется знак \$, например,

- \$C6 - фиксируется столбец C;
- C\$6 - фиксируется строка 6;
- \$C\$6 - фиксируется ячейка C6.

Фиксация адреса ячейки происходит также при присвоении ячейке имени (см. п.4.6)

4.5 Установка границ ячеек и блоков ячеек

Для повышения наглядности процесса обработки данных целесообразно окружать ячейки и блоки ячеек границами (рамками).

Для установки границ вокруг ячеек или блоков ячеек необходимо:

1. Селектировать ячейку или блок ячеек;
2. Навести курсор на стрелку правее кнопки “границы” и щелкнуть левой клавишей мыши (см. рис. 4.3);
3. Выбрать курсором из набора возможных видов границ - обрамление по всем границам ячейки (последний вид границ в наборе) и щелкнуть левой клавишей мыши. Блок ячеек, окруженный рамками, показан на рис.4.3.

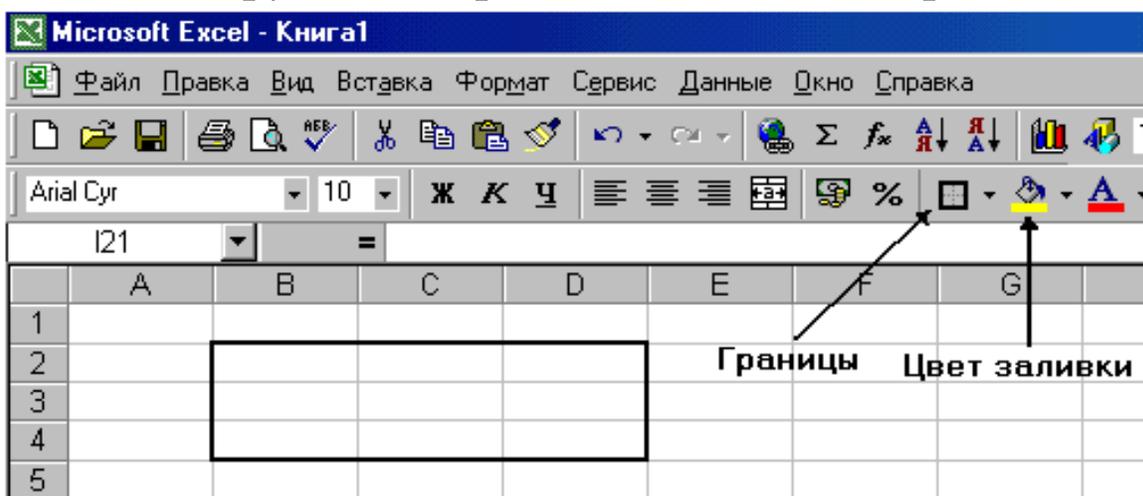


рис 4.3.

4.6 Присвоение имен ячейкам и блокам ячеек

Для автоматизации вычислений часто бывает необходимо присвоить имена отдельным ячейкам и блокам ячеек средствами EXCEL .

Для присвоения имени ячейке или блоку ячеек необходимо:

1. Селектировать ячейку или блок ячеек;
2. Навести курсор на стрелку справа от окна имени и щелкнуть левой клавишей мыши;
3. Набрать на клавиатуре имя, например _х;
4. Нажать клавишу Enter.

При задании имени следует учитывать следующие правила :

1. Имя должно начинаться с буквы или знака подчеркивания . В качестве остальных символов могут использоваться буквы, цифры и знак подчеркивания;
2. Имя не должно совпадать с адресами ячеек и блоков, например А5; В5:С6.

4.7 Изменение ширины столбца

При вводе в ячейку текстовых данных иногда возникает необходимость изменения ширины столбца. Для изменения ширины столбца необходимо:

1. Установить курсор на правую границу заголовка столбца. При этом курсор примет вид  .
2. Нажать левую клавишу мыши и, удерживая ее, перемещать курсор вправо (для увеличения) или влево (для уменьшения) ширины столбца.

4.8 Изменение цвета ячейки и блоков ячеек

Кроме установки границ ячеек (блоков ячеек), повышение наглядности представляемых на рабочем листе данных можно достичь изменением цвета ячеек (блоков ячеек).

Для этого необходимо:

1. Селектировать ячейку (блок ячеек);
2. Установить курсор на стрелку правее кнопки "цвет заливки" и щелкнуть левой клавишей мыши;
3. В меню "цвет заливки" выбрать курсором желаемый цвет, например – изумрудный, и щелкнуть левой клавишей мыши.

Для отмены заданного цвета необходимо в меню "цвет заливки" установить курсор на кнопку "нет заливки" и щелкнуть левой клавишей мыши.

5 Решение транспортной задачи

Рассмотрим следующую транспортную задачу [3]. Для строительства четырех объектов используется кирпич, изготавливаемый на трех заводах. Ежедневно каждый из заводов может изготовить 100, 150 и 50 условных единиц кирпича (предложение поставщиков). Потребности в кирпиче на каждом из строящихся объектов ежедневно составляют 75, 80, 60 и 85 условных единиц (спрос потребителей). Тарифы перевозок одной условной единицы кирпича с каждого из заводов к каждому из строящихся объектов задаются матрицей транспортных расходов C .

$$C = \begin{bmatrix} 6 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 8 & 10 & 20 & 1 \end{bmatrix}$$

Требуется составить такой план перевозок кирпича к строящимся объектам, при котором общая стоимость перевозок будет минимальной.

Для решения транспортной задачи на персональном компьютере с использованием EXCEL необходимо:

1. Ввести исходные данные в ячейки рабочего листа EXCEL;
2. Разметить блоки ячеек на рабочем листе EXCEL, необходимые для моделирования объемов перевозок, а также для формирования элементов математической модели и целевой функции;
3. Сформировать на рабочем листе EXCEL элементы математической модели и целевую функцию;
4. Настроить программу "Поиск решения" и выполнить ее.

5.1 Ввод исходных данных

Исходными данными для решения транспортной задачи являются:

- матрица транспортных расходов;
- предложение поставщиков;
- спрос потребителей;

Напомним, что для ввода данного в ячейку рабочего листа EXCEL необходимо:

1. Селектировать ячейку;
2. Набрать вводимое данное на клавиатуре;
3. Нажать клавишу Enter.

Для наглядности блоки ячеек с введенными данными желательно обвести рамками (см. п. 4.5.).

Рабочий лист EXCEL с введенными исходными данными для решения транспортной задачи показан на рис 5.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3			Матрица транспортных расходов						Предложение
4									поставщиков
5									
6			6	7	3	5			100
7			1	2	5	6			150
8			8	10	20	1			50
9									
10	Спрос потребителей		75	80	60	85			
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

рис 5.1.

5.2 Разметка блоков ячеек рабочего листа EXCEL

Кроме исходных данных на рабочем листе EXCEL для решения транспортной задачи необходимо предусмотреть:

1. Блок ячеек "Матрица перевозок", в котором будут моделироваться объемы перевозок;

2. Блок ячеек "Фактически реализовано", в котором будет моделироваться фактическая реализация продукции;

3.Блок ячеек "Фактически получено", в котором будет моделироваться фактическое удовлетворение спроса;

4.Блок ячеек "Транспортные расходы по потребителям", в котором будут подсчитываться транспортные расходы по каждому потребителю;

5.Ячейку "Итого расходы", в которой будут моделироваться итоговые транспортные расходы по всем потребителям (целевая ячейка).

Для наглядности указанные блоки ячеек целесообразно обвести рамками. Выполните эту операцию, называемую разметкой блоков ячеек, в соответствии п. 4.5.

Рабочий лист EXCEL с размеченными блоками ячеек показан на рис.5.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3			Матрица транспортных расходов						Предложение
4								поставщиков	
5									
6			6	7	3	5		100	
7			1	2	5	6		150	
8			8	10	20	1		50	
9									
10	Спрос потребителей		75	80	60	85			
11									
12			Матрица перевозок						Фактически
13			потреб.1	потреб.2	потреб.3	потреб.4		реализовано	
14		поставщик 1							
15		поставщик 2							
16		поставщик 3							
17									
18	Фактически получено								
19									
20	Транспортные расходы							расходы	
21	по потребителям						Итого		
22									
23									

рис . 5.2.

Теперь в этих блоках ячеек можно формировать элементы математической модели и целевую функцию.

5.3 Формирование элементов математической модели

Элементами математической модели транспортной задачи являются следующие суммы:

$\sum_{j=1}^n X_{ij}$, - фактически реализовано i -ым поставщиком
 $i = \overline{1, m}$;

$\sum_{i=1}^m X_{ij}$, - фактически получено j -ым потребителем
 $j = \overline{1, n}$.

Для нашей задачи $m=3$, $n=4$.

Рассмотрим процесс формирования этих сумм на рабочем листе EXCEL.

Вначале сформируем $\sum_{j=1}^4 X_{ij}$, $i = \overline{1, 3}$ в блоке "Фактически реализовано".

1. Заполните ячейки блока "Матрица перевозок" (C14:F16) числом 0,01.

2. Селектируйте первую ячейку блока "Фактически реализовано" (ячейка I14);

3. Наведите курсор на кнопку \sum - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;

4. Нажмите клавишу Delete;

5. Селектируйте первую строку блока "Матрица перевозок" (строка C14:F14);

6.Нажмите клавишу Enter;

7.Скопируйте формулу =СУММ(C14:F14) из первой ячейки блока "Фактически реализовано" на все остальные ячейки этого блока.

Сформируем теперь $\sum_{i=1}^3 X_{ij} \quad j = \overline{1,4}$ - в блоке

"Фактически получено".

Для этого выполните следующие действия:

1.Селектируйте первую ячейку блока "Фактически получено" (ячейка C18);

2.Наведите курсор на кнопку \sum - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;

3.Нажмите клавишу Delete;

4.Селектируйте первый столбец блока "Матрица перевозок" (Столбец C14:C16);

5.Нажмите клавишу Enter;

6.Скопируйте формулу =СУММ(C14:C16) из первой ячейки блока "Фактически получено" на остальные ячейки этого блока.

5.4 Формирование целевой функции

Для формирования целевой функции введем вначале формулы, отражающие транспортные расходы по каждому потребителю, т.е. формулы:

$\sum_{i=1}^3 c_{ij} x_{ij} \quad j = \overline{1,4}$ в ячейки блока "Транспортные расходы по потребителям"

Для ввода этих формул выполните следующие действия:

1. Селектируйте первую ячейку блока “Транспортные расходы по потребителям” (ячейка C21);

2. Наведите курсор на кнопку Σ - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;

3. Нажмите клавишу “Delete”;

4. Селектируйте первый столбец блока “Матрица Транспортных расходов” (столбец C6:C8);

5. Нажмите клавишу *;

6. Селектируйте первый столбец блока “Матрица перевозок” (столбец C14:C16);

7. Активируйте строку формул, наведя на неё курсор и щелкнув затем левой клавишей мыши;

8. Нажмите одновременно три клавиши: “CTRL”+“SHIFT”+“ENTER”;

9. Скопируйте формулу {= СУММ (C6:C8*C14:C16)} в остальные ячейки блока “Транспортные расходы по потребителям”;

Сформируем теперь целевую функцию транспортной задачи, выражаемую формулой $\sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^3 c_{ij} x_{ij}$, в ячейку “Итого расходы”. Для этого:

Селектируйте ячейку “Итого расходы” (ячейка I21);

1. Наведите курсор на кнопку Σ - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;

2. Нажмите клавишу “Delete”;

3.Селектируйте блок ячеек “Транспортные расходы по потребителям”(С21:F21);

4.Нажмите клавишу “Enter”;

После формирования элементов математической модели и целевой функции транспортной задачи рабочий лист EXCEL примет вид, показанный на рис. 5.3.Теперь можно приступить к настройке программы “Поиск решения”.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3			Матрица транспортных расходов						Предложение
4								поставщиков	
5									
6			6	7	3	5		100	
7			1	2	5	6		150	
8			8	10	20	1		50	
9									
10	Спрос потребителей		75	80	60	85			
11									
12			Матрица перевозок					Фактически	
13			потреб.1	потреб.2	потреб.3	потреб.4		реализовано	
14		поставщик 1	0,01	0,01	0,01	0,01		0,04	
15		поставщик 2	0,01	0,01	0,01	0,01		0,04	
16		поставщик 3	0,01	0,01	0,01	0,01		0,04	
17									
18	Фактически получено		0,03	0,03	0,03	0,03			
19									
20	Транспортные расходы							расходы	
21	по потребителям		0,15	0,19	0,28	0,12	Итого	0,74	
22									
23									

рис 5.3.

5.5 Настройка программы Поиск решения

Для настройки программы “Поиск решения” на решение транспортной задачи выполните следующие действия:

1.Селектируйте целевую ячейку “Итого расходы” (ячейка I21);

2. Установите курсор в строке главного меню на пункте “Сервис” и щелкните левой клавишей мыши;

3. Установите курсор на пункт “Поиск решения” меню “Сервис”, щелкните левой клавишей мыши и убедитесь, что в поле “Установить целевую ячейку” окна диалога программы “Поиск решения” указана ячейка $\$I\21 (см. рис. 5.4)

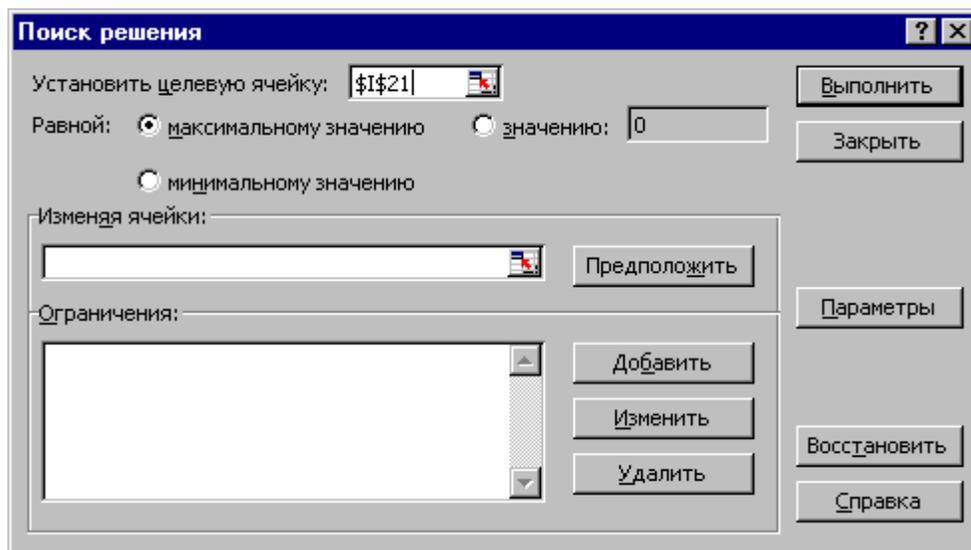


рис 5.4.

4. Установите курсор на переключатель “Равной Минимальному значению” и щелкните левой клавишей мыши;

5. Установите курсор в поле “Изменяя ячейки” и щелкните левой клавишей мыши;

6. Селектируйте блок ячеек “Матрица перевозок” (блок C14:F16);

7. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;

Появившееся окно диалога команды “Добавление ограничения” показано на рис.5.5.

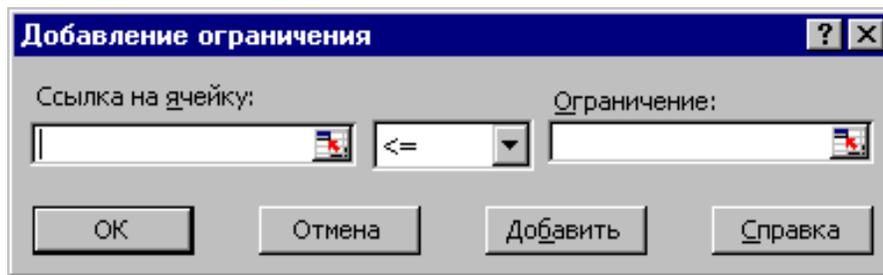


рис 5.5.

8. Селектируйте блок ячеек “Фактически реализовано” (блок I14:I16);

9. Убедитесь, что оператор сравнения \leq уже выбран;

10. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;

11. Селектируйте блок ячеек “Предложение поставщиков” (блок I6:I8) и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис 5.6.

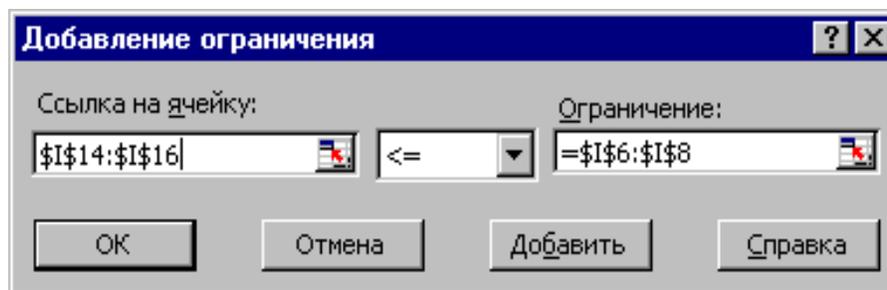


рис 5.6.

12. Установить курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;

13. Селектируйте блок ячеек “Фактически получено” (блок C18:F18);

14. Установите курсор на стрелку прокрутки значений оператора сравнения и щелкните левой клавишей мыши;

15. Установите курсор на значение \geq (больше или равно) и щелкните левой клавишей мыши;
16. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
17. Селектируйте блок ячеек “Спрос потребителей” (блок C10:F10) и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис. 5.7.

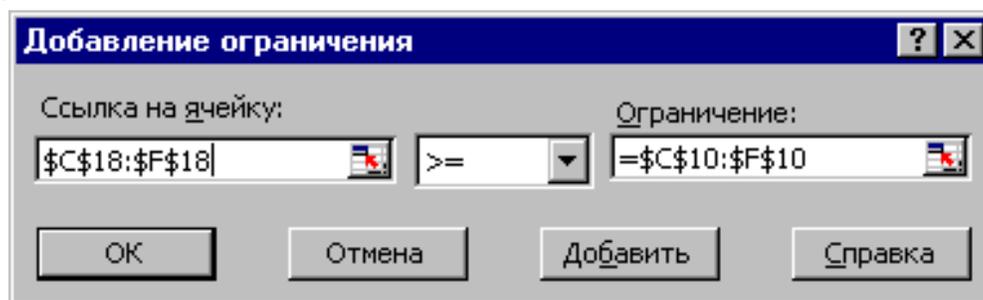


рис 5.7.

18. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;
19. Селектируйте блок ячеек “Матрица перевозок” (блок C14:F16);
20. Установите курсор на стрелку прокрутки значений оператора сравнения и щелкните левой клавишей мыши;
21. Установите курсор на значение \geq (больше или равно) и щелкните левой клавишей мыши;
22. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
23. Наберите на клавиатуре цифру 0 и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис. 5.8.

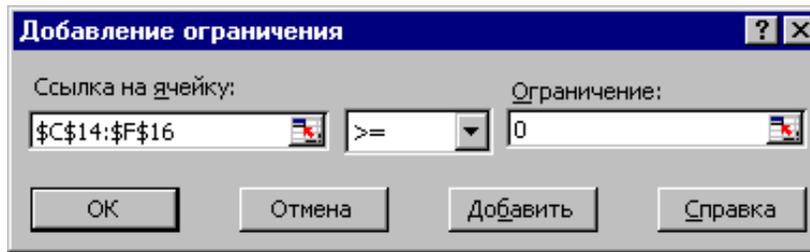


рис 5.8.

24. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;

25. Установите курсор на кнопку "Отмена" и щелкните левой клавишей мыши;

26. Убедитесь, что появившееся окно программы “Поиск решения” имеет вид, показанный на рис 5.9.

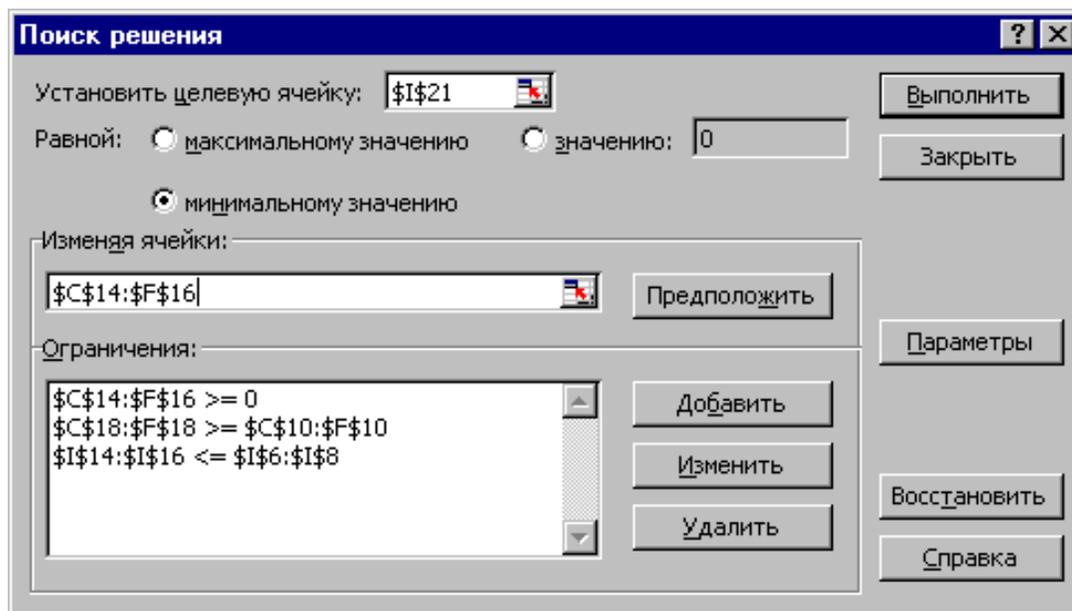


рис5.9.

27. Установите курсор на кнопку “Параметры” и щелкните клавишей мыши;

28. В появившемся окне диалога “Параметры поиска решения” (см. рис.5.10), установите курсор на флажок

“Линейная модель” и щелкните левой клавишей мыши;
29. Установите курсор на кнопку “ОК” и щелкните левой клавишей мыши;

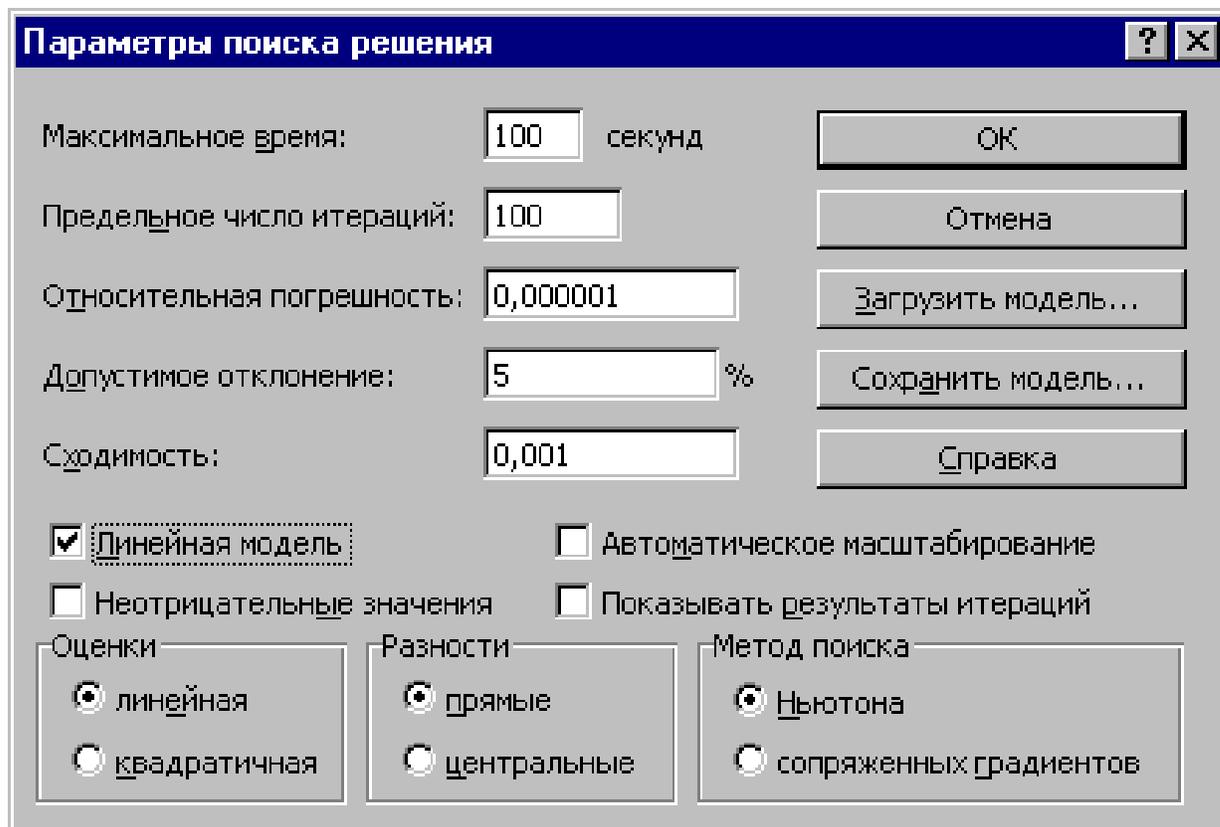


рис 5.10.

30. В появившемся окне "Поиск решения" установите курсор на кнопку "Выполнить" и щелкните левой клавишей мыши.

31. Убедитесь, что на рабочем листе EXCEL в блоке "Матрица перевозок" появляется решение транспортной задачи, показанное на рис. 5.11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3			Матрица транспортных расходов						Предложение
4								поставщиков	
5									
6			6	7	3	5		100	
7			1	2	5	6		150	
8			8	10	20	1		50	
9									
10	Спрос потребителей		75	80	60	85			
11									
12			Матрица перевозок					Фактически	
13			потреб.1	потреб.2	потреб.3	потреб.4		реализовано	
14		поставщик 1	0	5	60	35		100	
15		поставщик 2	75	75	0	0		150	
16		поставщик 3	0	0	0	50		50	
17									
18	Фактически получено		75	80	60	85			
19									
20	Транспортные расходы							расходы	
21	по потребителям		75	185	180	225	Итого	665	
22									

рис 5.11.

В появившемся диалоговом окне "Результаты поиска решения" установите курсор на переключатель "Восстановить исходные значения" и щелкните левой клавишей мыши. Для завершения расчетов щелкните на кнопке ОК. (см. рис 5.12).

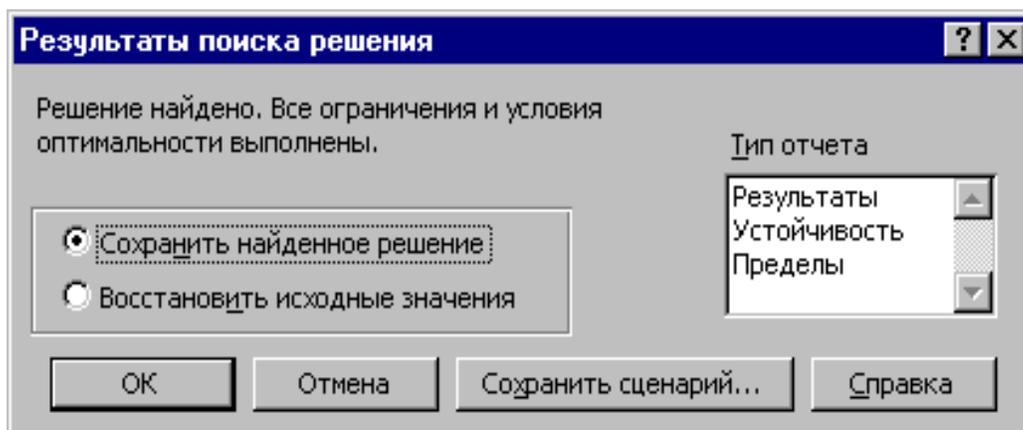


рис 5.12.

Замечание. Выполнение пунктов 19-24 можно заменить установкой флажка "Неотрицательные значения" в окне диалога "Параметры поиска решения".

6 Решение задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции

Рассмотрим следующую задачу [3]. На машиностроительном предприятии для изготовления четырех видов продукции используется токарное, фрезерное, сверлильное, расточное и шлифовальное оборудование, а также комплектующие изделия. Кроме того, для сборки готовой продукции требуется выполнение определенных сборочно-наладочных работ. Нормы расхода ресурсов на изготовление одного изделия каждого вида приведены в таблице на рис. 6.1. В этой же таблице указаны: имеющиеся в наличии ресурсы, ограничения, обусловленные спросом на выпуск продукции второго и третьего видов, и прибыль от реализации одного изделия. В отличие от [3] будем предполагать, что в общем случае прибыль с увеличением выпуска продукции может уменьшаться. Степени влияния объема выпуска на прибыль по каждому изделию также приведены в таблице. Заметим, что если степень влияния равна единице, то увеличение объема выпуска изделия не приводит к уменьшению прибыли. Требуется определить такой объем выпуска продукции, который обеспечивает предприятию наибольшую прибыль.

Изделия :	Нормы расхода ресурсов на одно изделие				наличие
	изделие 1	изделие 2	изделие 3	изделие 4	
Ресурсы:					ресурсов
Оборудование (человеко-часов)					
токарное	550		620		64270
фрезерное	40	30	20	20	4800
сверлильное	86	110	150	52	22360
расточное	160	92	158	128	26240
шлифовальное		158	30	50	7900
Комплекующие детали (шт).	3	4	3	3	520
Сборочно-наладочные раб. (чел-ч).	4,5	4,5	4,5	4,5	720
Выпуск (шт.):					
минимальный		40			
максимальный			120		
Прибыль от реал-ции 1-го изделия	315	278	537	370	
Степень влияния объема на прибыль	0,9	0,8	0,95	1	

рис 6.1.

Для решения задачи на персональном компьютере с использованием EXCEL необходимо:

1. Ввести исходные данные в ячейки рабочего листа EXCEL;
2. Разметить блоки ячеек, необходимые для моделирования объема выпуска продукции, а также для формирования элементов математической модели и целевой функции;
3. Сформировать на рабочем листе EXCEL элементы математической модели и целевую функцию;
4. Настроить программу "Поиск решения" и выполнить ее.

6.1 Ввод исходных данных

Исходными данными для решения задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции являются:

– имеющиеся в наличии ресурсы;

- нормы расхода ресурсов на выпуск одного изделия;
- максимальная и минимальная величина спроса на изделия;
- прибыль от реализации одного изделия;
- степень влияния объема выпуска изделия на прибыль.

Напомним, что для ввода данного в ячейку рабочего листа EXCEL необходимо:

1. Селектировать ячейку;
2. Набрать вводимое данное на клавиатуре;
3. Нажать клавишу Enter.

Рабочий лист EXCEL с введенными исходными данными для решения задачи показан на рис. 6.2.

	A	B	C	D	E	F
1		Нормы расхода ресурсов на одно изделие				наличие
2	Изделия :	изделие 1	изделие 2	изделие 3	изделие 4	
3	Ресурсы:					ресурсов
4	Оборудование (человеко-часов)					
5	токарное	550		620		64270
6	фрезерное	40	30	20	20	4800
7	сверлильное	86	110	150	52	22360
8	расточное	160	92	158	128	26240
9	шлифовальное		158	30	50	7900
10	Комплекующие детали (шт).	3	4	3	3	520
11	Сборочно-наладочные раб. (чел-ч).	4,5	4,5	4,5	4,5	720
12	Выпуск (шт.): минимальный		40			
13	максимальный			120		
14	Прибыль от реал-ции 1-го изделия	315	278	537	370	
15						
16	Степень влияния объема на прибыль	0,9	0,8	0,95	1	

рис 6.2.

6.2 Разметка блоков ячеек рабочего листа EXCEL

Кроме исходных данных, на рабочем листе EXCEL для решения задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции необходимо предусмотреть:

1. Блок ячеек "Оптимальный выпуск", в котором будет моделироваться объем выпуска продукции;
2. Блок ячеек "Фактическое использование", в котором будет моделироваться фактическое использование ресурсов;
3. Блок ячеек "Прибыль по изделиям", в котором будет моделироваться получение прибыли от реализации каждого вида продукции.
4. Ячейку "Итоговая прибыль", в которой будет моделироваться получение прибыли от реализации всей продукции.

Для наглядности указанные блоки ячеек целесообразно обвести рамками. Выполните эту операцию, называемую разметкой блоков, ячеек, в соответствии с п. 4.5.

Рабочий лист EXCEL с размеченными блоками ячеек показан на рис. 6.3. Теперь в этих блоках ячеек можно формировать элементы математической модели и целевую функцию.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Нормы расхода ресурсов на одно изделие				наличие	факт.
2	Изделия :	изделие 1	изделие 2	изделие 3	изделие 4		
3	Ресурсы:					ресурсов	использов
4	Оборудование (человеко-часов)						
5	токарное	550		620		64270	
6	фрезерное	40	30	20	20	4800	
7	сверлильное	86	110	150	52	22360	
8	расточное	160	92	158	128	26240	
9	шлифовальное		158	30	50	7900	
10	Комплекующие детали (шт).	3	4	3	3	520	
11	Сборочно-наладочные раб. (чел-ч).	4,5	4,5	4,5	4,5	720	
12	Выпуск (шт.): минимальный		40				
13	максимальный			120			
14	Прибыль от реал-ции 1-го изделия	315	278	537	370		
15							
16	Степень влияния объема на прибыль	0,9	0,8	0,95	1		
17							
18	Оптимальный выпуск						
19							
20	Прибыль по изделиям						
21							Прибыль
22						Итоговая	

рис 6.3.

6.3 Формирование элементов математической модели

Элементами математической модели задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции являются следующие суммы:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \quad - \text{ фактическое использование } i\text{-го}$$

ресурса $i = \overline{1, m}$.

Для нашей задачи $n=4$, $m=7$.

Перед формированием этих сумм на рабочем листе EXCEL целесообразно блоку ячеек “Оптимальный выпуск”, в котором будет моделироваться выпуск готовой продукции, присвоить имя, например, X. Напомним, что в соответствии с п.4.6. имя блоку ячеек можно присвоить, например, следующим образом:

1. Селектировать блок ячеек “Оптимальный выпуск” (блок В18:Е18);
2. Навести курсор на стрелку справа от окна имени и щелкнуть левой клавишей мыши;
3. Набрать на клавиатуре X;
4. Нажать клавишу Enter.

Для формирования $\sum_{j=1}^4 a_{ij} x_j \quad i = \overline{1, 7}$ выполните

следующие действия:

1. Заполните ячейки блока “Оптимальный выпуск” (блок В18:Е18) числами 0,01

2. Селектируйте первую ячейку блока “Фактически использовано” (ячейка G5);
3. Наведите курсор на кнопку Σ - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;
4. Нажмите клавишу Delete;
5. Селектируйте блок “Оптимальный выпуск” (блок B18:E18);
6. Нажмите клавишу *;
7. Селектируйте первую цифровую строку блока “Нормы расхода ресурсов на одно изделие” (блок B5:E5);
8. Активируйте строку формул, наведя на нее курсор, и щелкните левой клавишей мыши;
9. Нажмите одновременно три клавиши “Ctrl”+”Shift”+”Enter”;
10. Скопируйте из ячейки G5 формулу $\{=СУММ(_x*B5:E5)\}$ в остальные ячейки блока “Фактически использовано” (блок G5:G11).

6.4 Формирование целевой функции

Напомним, что целевая функция для задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции (см. п.2.) имеет следующий вид

$$W_1 = \sum_{j=1}^n P_j X_j^{a_j}$$

Учитывая особенности компьютерных вычислений, запишем целевую функцию следующим образом

$$W_1 = \sum_{j=1}^n p_j \max(x_j, 0)^{a_j}$$

Для формирования целевой функции выполните следующие действия:

1. Селектируйте первую ячейку блока “Прибыль по изделиям” (ячейка В20);
2. Введите с клавиатуры формулу =В14*МАКС(В18;0)^В16;
3. Нажмите клавишу Enter;
4. Скопируйте формулу из ячейки В20 на все остальные ячейки блока “Прибыль по изделиям” (блок В20:Е20);
5. Селектируйте ячейку “Итоговая прибыль” (ячейка G22);
6. Наведите курсор на кнопку Σ - автосуммирование и щелкните левой клавишей мыши;
7. Нажмите клавишу Delete;
8. Селектируйте блок “Прибыль по изделиям” (блок В20:Е20);
9. Нажмите клавишу Enter.

После формирования элементов математической модели и целевой функции задачи определения наиболее прибыльного объема выпуска продукции рабочий лист EXCEL примет вид, показанный на рис. 6.4.

5. Убедитесь, что переключатель установлен на значение “Равной максимальному значению” (см. рис. 6.5);

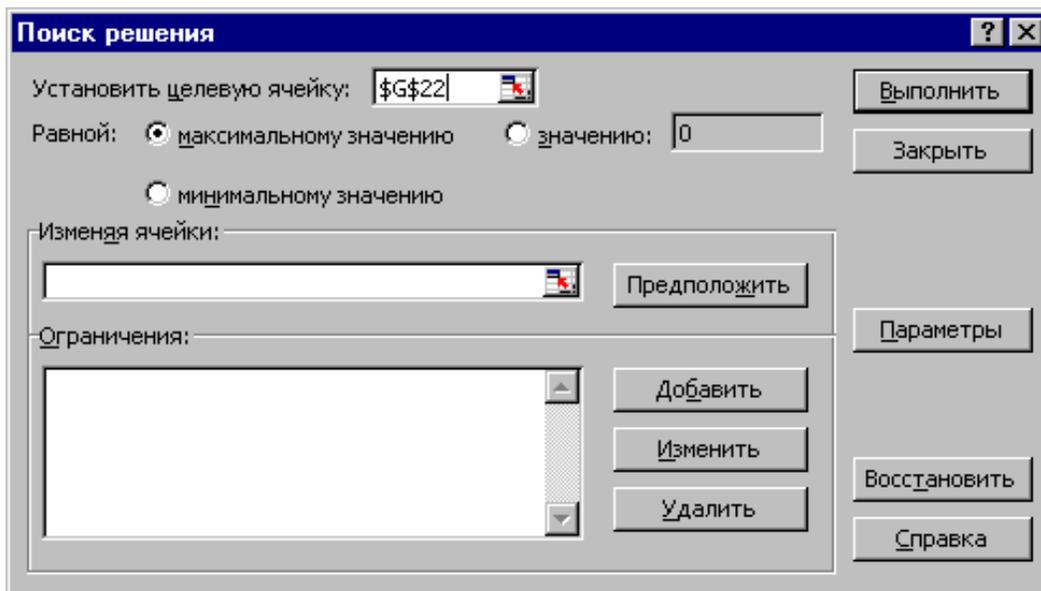


рис. 6.5.

6. Установите курсор в поле “Изменяя ячейки” и щелкните левой клавишей мыши;

7. Селектируйте блок ячеек “Оптимальный выпуск” (блок В18:Е18);

8. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши. Появится окно команды “Добавление ограничения”, показанное на рис. 6.6.

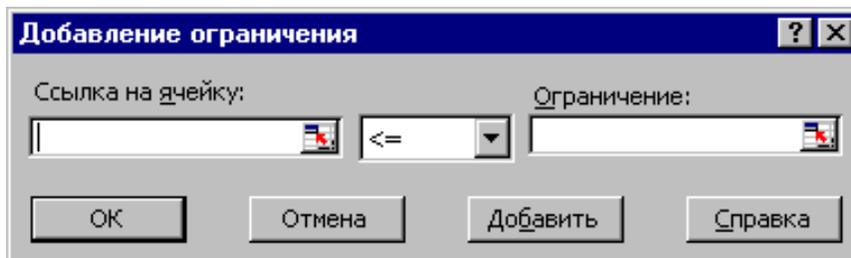


рис. 6.6.

9. Селектируйте блок ячеек “Фактически использовано” (блок G5:G11);

10. Убедитесь, что оператор сравнения \leq уже выбран;
11. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
12. Селектируйте блок ячеек “Наличие ресурсов” (блок F5:F11) и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис. 6.7;

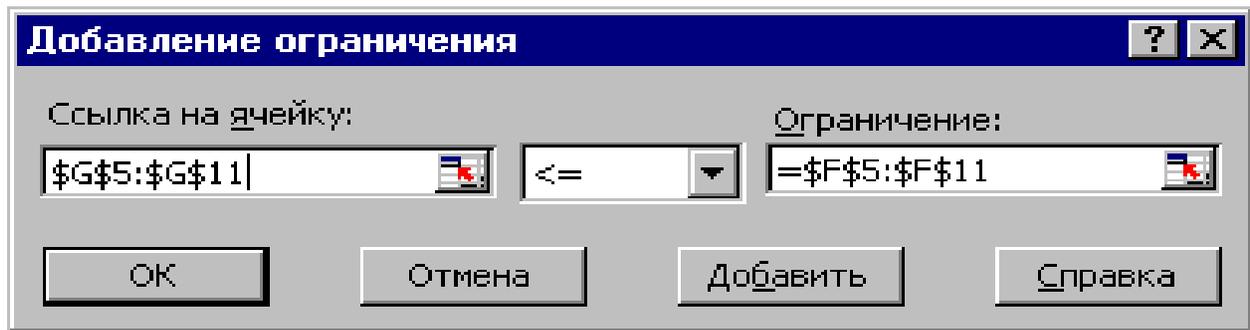


рис. 6.7.

13. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;
14. Селектируйте блок ячеек “Оптимальный выпуск” (блок B18:E18);
15. Установите курсор на стрелку прокрутки значений оператора сравнения и щелкните левой клавишей мыши;
16. Установите курсор на значение, \geq и щелкните левой клавишей мыши;
17. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
18. Наберите на клавиатуре цифру 0 и убедитесь, что окно команды “Добавление” имеет вид, показанный на рис 6.8.

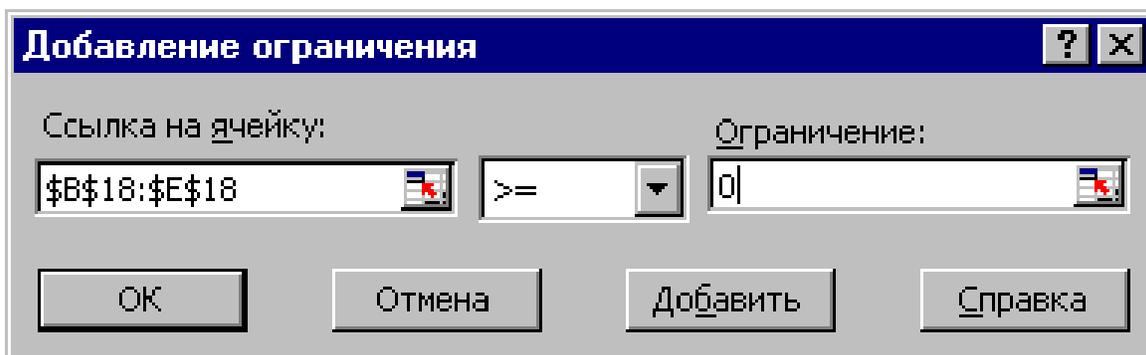


рис. 6.8.

19. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;
20. Селектируйте ячейку C18;
21. Установите курсор на стрелку прокрутки значений оператора сравнения и щелкните левой клавишей мыши;
22. Установите курсор на значение $>=$ и щелкните левой клавишей мыши;
23. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
24. Селектируйте ячейку C12 и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис 6.9.

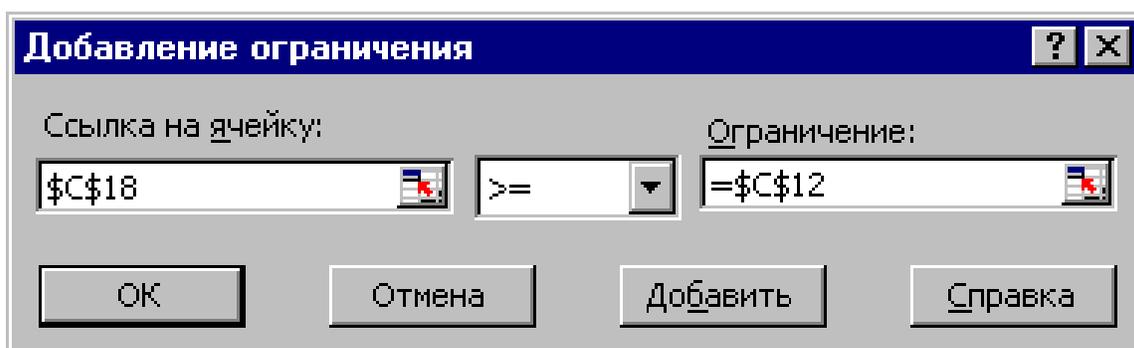


рис. 6.9.

25. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;
26. Селектируйте ячейку D18;

27. Убедитесь, что оператор сравнения \leq уже выбран;
28. Установите курсор на поле “Ограничение” и щелкните левой клавишей мыши;
29. Селектируйте ячейку D13 и убедитесь, что окно диалога команды “Добавление ограничения” имеет вид, показанный на рис. 6.10.

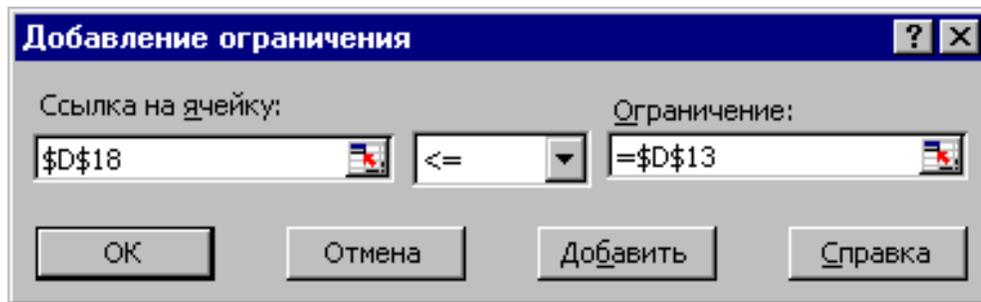


рис. 6.10.

30. Установите курсор на кнопку “Добавить” и щелкните левой клавишей мыши;
31. Установите курсор на кнопку “Отмена” и щелкните левой клавишей мыши;
32. Убедитесь, что появившееся окно программы “Поиска решения” имеет вид, показанный на рис. 6.11.;

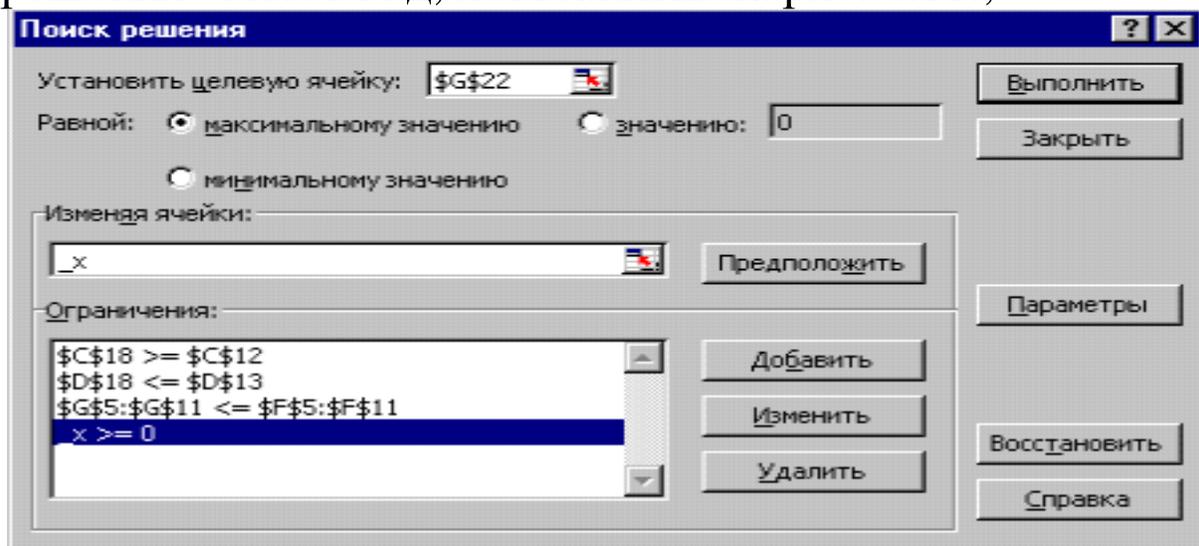


рис. 6.11.

36. Для завершения расчетов щелкните на кнопке “ОК”.

Замечание. Выполнение пунктов 14-19 можно заменить установкой флажка "неотрицательные значения" в окне диалога "Параметры поиска решения"..

Если в рассматриваемой задаче все величины a_j , $j = \overline{1,4}$ (степени влияния объема выпуска продукции на прибыль) равны 1, т.е. если задача линейная, то результат ее решения можно увидеть на рис. 6.14.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Нормы расхода ресурсов на одно издел.				наличие	факт.
2	Изделия :	изделие 1	изделие 2	изделие 3	изделие 4		
3	Ресурсы:					ресурсов	использов
4	Оборудование (человеко-часов)						
5	токарное	550		620		64270	64270
6	фрезерное	40	30	20	20	4800	4800
7	сверлильное	86	110	150	52	22360	17098
8	расточное	160	92	158	128	26240	21860
9	шлифовальное		158	30	50	7900	7900
10	Комплект.детали (шт).	3	4	3	3	520	505
11	Сбор.- нал.раб. (чел-ч).	4,5	4,5	4,5	4,5	720	697,5
12	Выпуск (шт.): минимальный		40				
13	максимальный			120			
14	Прибыль от реал-ции 1-го изделия	315	278	537	370		
15							
16	Степень влияния объема на прибыль	1	1	1	1		
17							
18	Оптимальный выпуск	65	40	46	4		
19							
20	Прибыль по изделиям	20475	11120	24702	1480		
21							прибыль
22					Итоговая		57777

рис. 6.14.

Заметим, что если задача является линейной, то перед ее решением целесообразно в окне диалога “Параметры поиска решения” установить флажок “Линейная модель”.

Широкий класс задач математического программирования предполагает наличие условий целочисленности переменных. Для решения таких задач необходимо при формировании ограничений задачи для целочисленных переменных, кроме основных ограничений, добавить ограничения на целочисленность. Это делается с помощью команды “Добавление ограничения” путем указания в поле “Ограничение” константы “цел”.

7. Анализ результатов решения

EXCEL позволяет проводить анализ решения, полученного с использованием программы “Поиск решения”.

Для проведения анализа можно воспользоваться тремя типами отчетов, генерируемых программой “Поиск решения”. К этим отчетам относятся: отчет о результатах, отчет о чувствительности, отчет о пределах. Выбор требуемого отчета осуществляется курсором в диалоговом окне “Результаты поиска решения”.

7.1 Отчет о результатах

Отчет о результатах содержит:

1. Начальное и оптимальное значение целевой ячейки;
2. Начальное и оптимальное значение изменяемых ячеек;
3. Сведения об ограничениях.

В отчете (см. рис.7.2) для каждого ограничения приводятся :

- значение левой части ограничения;
- формула, определяющая ограничение;

- состояние ограничения (связанное или несвязанное);
- разница между правой и левой частями ограничения.

Если разница между правой и левой частями ограничения равна нулю, то ограничение считается связанным, в противном случае - несвязанным. В частности если ограничение моделирует использование некоторого вида ресурса, то экономический смысл разницы - остаток этого ресурса.

7.2 Отчет о чувствительности

В отчете о чувствительности содержатся сведения, показывающие, как влияют на решение задачи изменения в величинах, входящих в формулы, используемые в задаче.

В EXCEL предусмотрено два вида отчета о чувствительности в зависимости от вида модели - линейная или нелинейная.

Напомним, что вид модели определяется флажком “Линейная модель” в диалоговом окне “Параметры поиска решения”.

Пример отчета о чувствительности для задачи определения наиболее прибыльного объема продукции показан на рис.7.1.

Microsoft Excel 9.0 Отчет по устойчивости
 Рабочий лист: [TABL5.xls]Лист1
 Отчет создан: 19.12.00 15:58:38

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. градиент
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	65	0
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	-1052,784433
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46	0
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	4	0

Ограничения

Ячейка	Имя	Результ. значение	Лагранжа Множитель
\$G\$5	токарное использов	64270	0,317488972
\$G\$6	фрезерное использов	4800	0,303288464
\$G\$7	сверильное использов	17098	0
\$G\$8	расточное использов	21860	0
\$G\$9	шлифовальное использов	7900	7,278684615
\$G\$10	Комплект.детали (шт). использов	505	0
\$G\$11	Сбор.- нал.раб. (чел-ч). использов	697,5	0

рис 7.1.

Microsoft Excel 9.0 Отчет по результатам
 Рабочий лист: [TABL5.xls]Лист1
 Отчет создан: 19.12.00 15:58:28

Целевая ячейка (Макс)

Ячейка	Имя	Исходно	Результат
\$G\$22	Итоговая прибыль	0	40683,16638

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходно	Результат
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	0	65
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	0	40
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	0	46
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	0	4

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Состояние	Разница
\$G\$5	токарное использов	64270	\$G\$5<=\$F\$5	связанное	0
\$G\$6	фрезерное использов	4800	\$G\$6<=\$F\$6	связанное	0
\$G\$7	сверильное использов	17098	\$G\$7<=\$F\$7	не связан.	5262
\$G\$8	расточное использов	21860	\$G\$8<=\$F\$8	не связан.	4380
\$G\$9	шлифовальное использов	7900	\$G\$9<=\$F\$9	связанное	0
\$G\$10	Комплект.детали (шт). использов	505	\$G\$10<=\$F\$10	не связан.	15
\$G\$11	Сбор.- нал.раб. (чел-ч).	697,5	\$G\$11<=\$F\$11	не связан.	22,5

использов		11			
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	65	\$B\$18>=0	не связан.	65
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	\$C\$18>=0	не связан.	40
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46	\$D\$18>=0	не связан.	46
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	4	\$E\$18>=0	не связан.	4
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	\$C\$18>=\$C\$12	связанное	0
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46	\$D\$18<=\$D\$13	не связан.	74

рис 7.2.

В отчете о чувствительности для каждой изменяемой ячейки дается ее оптимальное значение и компоненты приведенного градиента. Кроме того, для каждого ограничения приводится множитель Лагранжа.

Каждая компонента приведенного градиента показывает, на сколько изменится значение целевой ячейки при увеличении значения в изменяемой ячейке на одну единицу. Множитель Лагранжа показывает, на сколько изменится (в нашем случае увеличится) значение в целевой ячейке при увеличении запаса некоторого ресурса на одну единицу.

В отчете о чувствительности для линейной задачи (см.рис.7.3) для каждой изменяемой ячейки приводятся следующие сведения:

- результирующее (оптимальное) значение;
- приведенная стоимость;
- коэффициент целевой функции;
- допустимое увеличение;
- допустимое уменьшение.

Microsoft Excel 9.0 Отчет по
устойчивости
Рабочий лист: [TABL5.xls]Лист1
Отчет создан: 19.12.00 16:09:14

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Результ. значение	Редук. стоимость	Целевой Коэффициент
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	65	0	315
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	- 855,3147059	278
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46	0	537
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	4	0	370

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Допустимо е Увеличени е	Допустимо е Уменьшен ие
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	573,14516	35,56451613
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	855,31471	1E+30
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	40,090909	252
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	420	66,81818182

Ограничения

Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть
\$G\$5	токарное использов	64270	0,494117647	64270
\$G\$6	фрезерное использов	4800	1,080882353	4800
\$G\$7	сверильное использов	17098	0	22360
\$G\$8	расточное использов	21860	0	26240
\$G\$9	шлифовальное использов	7900	6,967647059	7900
\$G\$10	Комплект.детали (шт). использов	505	0	520
\$G\$11	Сбор.- нал.раб. (чел-ч). использов	697,5	0	720

Ограничения

Ячейка	Имя	Допустимо е Увеличени е	Допустимо е Уменьшен ие
\$G\$5	токарное использов	3400	23460
\$G\$6	фрезерное использов	255	247,2727273
\$G\$7	сверильное использов	1E+30	5262
\$G\$8	расточное использов	1E+30	4380
\$G\$9	шлифовальное использов	411,29032	295,6521739
\$G\$10	Комплект.детали (шт). использов	1E+30	15
\$G\$11	Сбор.- нал.раб. (чел-ч). использов	1E+30	22,5

рис 7.3.

Приведенная стоимость показывает, на сколько изменится значение в целевой ячейке при увеличении значения в изменяемой ячейке на одну единицу.

Коэффициент целевой функции (целевой коэффициент) показывает взаимосвязь между изменяемой ячейкой и целевой функцией.

Допустимое увеличение показывает, на сколько можно увеличить значение целевого коэффициента до начала изменения оптимального значения в любой из изменяемых ячеек. рис 7.3.

Допустимое уменьшение показывает, на сколько можно уменьшить значение целевого коэффициента до начала изменения оптимального значения в любой из изменяемых ячеек.

В отчете о чувствительности для линейной модели для каждого ограничения приводятся:

- значение левой части ограничения;
- теневая (условная) цена;
- значение правой части ограничения;
- допустимое увеличение;
- допустимое уменьшение.

Значение левой части ограничения показывает, например, фактическое использование ресурсов.

Теневая (условная цена) показывает изменение (в нашем случае увеличение) значение целевой ячейки при увеличении правой части ограничения на одну единицу.

Правая часть ограничения показывает, например, имеющийся запас ресурсов.

Допустимое увеличение показывает, на сколько можно увеличить правую часть ограничения до начала изменения оптимального значения любой из изменяемых ячеек.

Допустимое уменьшение показывает, на сколько можно уменьшить правую часть ограничения до начала

изменения оптимального значения любой из изменяемых ячеек.

7.3 Отчет по пределам

Содержит (результатирующее) оптимальное значение целевой ячейки, а также результирующие (оптимальные) значения изменяемых ячеек с их нижними и верхними пределами и соответствующими целевыми результатами (см.рис.7.4).

Нижний предел - это наименьшее значение, которое может иметь изменяемая ячейка при условии, что ограничения еще выполняются, а значения остальных изменяемых ячеек фиксированы (равны оптимальным).

Верхний предел - это наибольшее значение, которое может иметь изменяемая ячейка при условии, что ограничения еще выполняются, а значения остальных изменяемых ячеек фиксированны (равны оптимальным).

Целевой результат - это значение целевой ячейки, когда значение изменяемой ячейки равно ее нижнему или верхнему пределу.

Целевое		
Ячейка	имя	Значение
\$G\$22	Итоговая прибыль	40683,17

Изменяемое		
Ячейка	имя	Значение
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	65
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	4

Ячейка	Изменяемое имя	Нижний предел	Целевой результат
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	0	27195,63169
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	40683,16638
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	0	20284,85459
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	0	39203,16638

Ячейка	Изменяемое имя	Верхний предел	Целевой результат
\$B\$18	Оптимальный выпуск изделие 1	65	40683,16638
\$C\$18	Оптимальный выпуск изделие 2	40	40683,16638
\$D\$18	Оптимальный выпуск изделие 3	46	40683,16638
\$E\$18	Оптимальный выпуск изделие 4	4	40683,16638

рис 7.4.

8 Выход из EXCEL и выключение компьютера

После завершения работы с программой EXCEL необходимо выйти из нее и выключить компьютер.

8.1 Выход из EXCEL

Для выхода из программы EXCEL необходимо:

1. Установить курсор на пункт "Файл" главного меню и щелкнуть левой клавишей мыши;

2. Установить курсор на пункт "Закреть" в меню "Файл" и щелкнуть левой клавишей мыши;
3. Если в рабочую книгу (файл) вносились изменения, то принять решение о необходимости сохранения изменений щелчком левой клавиши мыши на кнопке "Да" или "Нет" окна диалога;
4. Установить курсор на пункт "Файл" главного меню и щелкнуть левой клавишей мыши;
5. Установить курсор на пункт "Выход" и щелкнуть левой клавишей мыши.

8.2 Выключение компьютера

Для выключения компьютера необходимо:

1. Установить курсор на кнопку "Пуск" и щелкнуть левой клавишей мыши;
2. Установить курсор на пункте "Завершение работы" меню команды "Пуск" и щелкнуть левой клавишей мыши;
3. В появившемся окне диалога "Завершение работы с Windows" убедиться, что переключатель "Выключить компьютер" – включен;
4. Установить курсор на кнопку "Да" и щелкнуть левой клавишей мыши;
5. После появления сообщения о возможности выключения компьютера – нажать кнопку питания на системном блоке;
6. Нажать кнопку питания на мониторе.

9 Контрольные вопросы и задания

1. Что такое оптимальное решение?

2. Дайте определение экстремальной задачи.
3. Приведите примеры экстремальных задач.
4. Дайте определение математической модели.
5. Что представляют собой ограничения экстремальной задачи?
6. Как связаны между собой ограничения задачи и математическая модель задачи?
7. Дайте определение целевой функции экстремальной задачи.
8. Что называется решением экстремальной задачи?
9. Приведите примеры математических моделей экстремальных задач.
10. Приведите примеры целевых функций экстремальных задач.
11. По данным заданий для самостоятельной работы (см. п. 10) записать математические модели и целевые функции экстремальных задач.
12. Какие действия необходимы для включения компьютера?
13. Какие существуют способы запуска программы EXCEL?
14. Что представляет собой программа EXCEL?
15. Дайте определение рабочей книги EXCEL.
16. Что такое рабочий лист EXCEL?
17. Что представляет собой ячейка рабочего листа?
18. Что представляет собой блок ячеек рабочего листа?
19. Какие существуют способы адресации ячейки и блока ячеек?
20. Какие типы данных могут храниться в ячейках рабочего листа?

21. Какая особенность задания формул в ячейках рабочего листа?

22. Как выйти из программы EXCEL?

23. Как правильно выключить компьютер?

24. Включите компьютер и запустите программу EXCEL.

25. Селектируйте некоторый блок ячеек, например, C4:F7.

26. Присвойте имя блоку ячеек C4:F7, например, zxc.

27. Установите границы блоку ячеек C4:F7.

28. Определите блоку ячеек C4:F7 изумрудный цвет.

29. Введите цифровые данные в блок ячеек C4:F7.

30. Введите в ячейку G4 формулу =СУММ(C4:F4) с использованием кнопки "автосуммирование".

31. Скопируйте формулу из ячейки G4 в блок ячеек G5:G7.

32. По данным заданий для самостоятельной работы (см.п.10) сформируйте на рабочих листах EXCEL блоки ячеек, содержащие исходные данные для решения предлагаемых задач.

33. Выполните задания для самостоятельной работы из п.10.

34. Проведите анализ результатов решения заданий 7-12 из п.10.

35. Что показывают компоненты приведенного градиента?

36. Как влияет на целевую функцию приведенная стоимость?

37. Что показывает множитель Лагранжа?

38. Как влияет на целевую функцию теневая (условная) цена ресурса?

10 Задания для самостоятельной работы

Задание 1 [3]

На трех хлебокомбинатах ежедневно производится 110, 190 и 90 т муки. Эта мука потребляется четырьмя хлебозаводами, ежедневные потребности которых равны соответственно 80, 60, 170 и 80 т. Тарифы перевозок 1 т муки с хлебокомбинатов к каждому из хлебозаводов задаются матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 9 & 7 \\ 4 & 6 & 2 & 12 \\ 3 & 5 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Составить такой план доставки муки, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

Задание 2 [3]

В трех хранилищах горючего ежедневно хранится 175, 125 и 140 т бензина. Этот бензин ежедневно получают четыре заправочных станции в количествах, равных соответственно 180, 110,60 и 40 т. Тарифы перевозок 1 т бензина с хранилищ к заправочным станциям задаются матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 9 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 10 & 12 & 1 \end{bmatrix}$$

Составить такой план перевозок бензина, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

Задание 3 [3]

Имеется три участка земли, на которых могут быть засеяны кукуруза, пшеница, ячмень и просо. Площадь каждого из участков соответственно равна 600, 180 и 220 га. С учетом наличия семян кукурузой, пшеницей, ячменем и просом следует соответственно засеять 290, 180, 110 и 420 га. Урожайность каждой из культур для каждого из участков различна и задается матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 40 & 45 & 50 \\ 30 & 28 & 22 \\ 18 & 22 & 14 \\ 24 & 18 & 26 \end{bmatrix}$$

Определить, сколько гектаров каждой культуры на каждом из участков следует засеять так, чтобы общий сбор зерна был максимальным.

Задание 4 [3]

Мясокомбинат имеет в своем составе четыре завода, на каждом из которых может изготавливаться три вида колбасных изделий. Мощности каждого из заводов соответственно равны 320, 280, 270 и 350 т/сут. Ежедневные потребности в колбасных изделиях каждого вида также известны и соответственно равны 450, 370 и 400 т.

Зная себестоимость 1 т каждого вида колбасных изделий на каждом заводе, которая определяется матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & 5 & 3 \\ 6 & 4 & 2 \\ 7 & 8 & 5 \end{bmatrix},$$

найти такое распределение выпуска колбасных изделий между заводами, при котором себестоимость изготавливаемой продукции является минимальной.

Задание 5 [3]

Для строительства четырех дорог используется гравий из трех карьеров. Запасы гравия в каждом из карьеров соответственно равны 120, 280 и 160 усл. ед. Потребности в гравии для строительства каждой из дорог соответственно равны 130, 220, 60 и 70 усл. ед. Известны также тарифы перевозок 1 усл. ед. гравия из каждого карьера к каждой из строящихся дорог, которые задаются матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 & 5 \\ 4 & 2 & 6 & 8 \\ 3 & 8 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Составить такой план перевозок гравия, при котором потребности в нем каждой из строящихся дорог были бы

удовлетворены при наименьшей общей стоимости перевозок.

Задание 6 [3]

Три предприятия данного экономического района могут производить некоторую однородную продукцию в количествах, соответственно равных 180, 350 и 20 ед. Эта продукция должна быть поставлена пяти потребителям в количествах, соответственно равных 110, 90, 120, 80 и 150 ед. Затраты, связанные с производством и доставкой единицы продукции, задаются матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 7 & 12 & 4 & 6 & 5 \\ 1 & 8 & 6 & 5 & 3 \\ 6 & 13 & 8 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

Составить такой план прикрепления потребителей к поставщикам, при котором общие затраты являются минимальными.

Задание 7 [3]

Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в следующей таблице :

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	стол	шкаф	
Древесина (м ³):			
I вида	0,2	0,1	40
II вида	0,1	0,3	60
Трудоемкость (человеко-часов)	1,2	1,5	371,4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	60	80	

Определить, сколько столов и шкафов фабрике следует изготовить, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Задание 8 [3]

На мебельной фабрике из стандартных листов фанеры необходимо вырезать заготовки трех видов в количествах, соответственно равных 24, 31 и 18 шт. Каждый лист фанеры может быть разрезан на заготовки двумя способами. Количество получаемых заготовок при данном способе раскроя приведено в таблице. В ней же указана величина отходов, которые получают при данном способе раскроя одного листа фанеры.

Вид заготовки	Количество заготовок (шт.) при раскрое по способу	
	1	2
I	2	6
II	5	4
III	2	3
Величина отходов (см ²)	12	16

Определить, частоту использования способов раскроя фанеры так, чтобы было получено не меньше нужного количества заготовок при минимальных отходах.

Задание 9 [3]

На ткацкой фабрике для изготовления трех артикулов ткани используются ткацкие станки двух типов, пряжи и красители. В таблице указаны производительность станков каждого типа, нормы расхода пряжи и красителей, прибыль от реализации 1 м ткани данного артикула, а также общий фонд рабочего времени станков каждого типа, имеющиеся в распоряжении фабрики запасы пряжи и красителей и ограничения на возможный выпуск тканей данного артикула.

Ресурсы	Нормы затрат на 1 м ткани артикула			Общее количество ресурсов
Производительность станков (станко-часов):				
I типа	0,02	0	0,04	200
II типа	0,04	0,03	0,01	500
Пряжа (кг)	1,0	1,5	2,0	15000
Красители (кг)	0,03	0,02	0,025	450
Прибыль от реализации 1 м ткани (руб.)	5	8	8	
Выпуск ткани (м):				
минимальный	1000	2000	2500	
максимальный	2000	9000	4000	

Составить такой план изготовления тканей, согласно которому будет произведено возможное количество тканей каждого артикула, а прибыль от реализации максимальна.

Задание 10 [3]

Для поддержания нормальной жизнедеятельности человеку ежедневно необходимо потреблять не менее 118 г белков, 56 г жиров, 500 г углеводов, 8 г минеральных солей. Количество питательных веществ, содержащихся в 1 кг каждого вида потребляемых продуктов, а также цена 1 кг каждого из этих продуктов приведены в следующей таблице:

Питательные вещества	Содержание (г) питательных веществ в 1 кг продуктов						
	мясо	рыба	молоко	масло	сыр	крупа	картофель
Белки	180	190	30	10	260	130	21
Жиры	20	3	40	865	310	30	2
Углеводы	0	0	50	6	20	650	200
Минеральные соли	9	10	7	12	60	20	10
Цена 1 кг продуктов (руб).	18	10	2,8	34	29	5	1

Составить дневной рацион, содержащий не менее минимальной суточной нормы потребности человека в необходимых питательных веществах при минимальной общей стоимости потребляемых продуктов.

Задание 11 [3]

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 указаны общий фонд рабочего времени каждой из групп технологического оборудования, объемы имеющихся запасов сырья каждого вида, прибыль от реализации изделия каждого вида и ограничения на возможный выпуск каждого из изделий.

Ресурсы	Нормы затрат на одно изделие вида		Общее количество ресурсов	
	1	2	3	4
Производительность оборудования (нормо-часов):				
I типа	2	0	4	200
II типа	4	3	1	500
Сырье(кг):				
1-го вида	15	10	20	1495
2-го вида	30	20	25	4500
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	10	15	20	-
Выпуск (шт.):				
минимальный	10	20	25	-
максимальный	20	40	100	-

Составить такой план производства продукции, согласно которому будет изготовлено необходимое количество изделий каждого вида, а прибыль от реализации изготавливаемой продукции максимальна.

Задание 12 [3]

Кондитерская фабрика для производства трех видов карамели А, В, и С использует три вида основного сырья: сахарный песок, патоку и фруктовое пюре. Нормы расхода сырья каждого вида на производство 1 т карамели данного вида приведены в таблице.

В ней же указано общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано фабрикой, а также приведена прибыль от реализации 1 т карамели данного вида.

Вид сырья	Нормы расхода сырья (т) на 1 т карамели			Общее количество сырья (т)
	А	В	С	
Сахарный песок	0,5	0,3	0,6	8
Патока	0,2	0,6	0,2	6
Фруктовое пюре	0,3	0,1	0,2	3
Прибыль от реализации 1 т продукции (руб.)	120	112	126	

Найти план производства карамели, обеспечивающий максимальную прибыль от ее реализации.

11 Ответы

Задание 1. $V_{\min}=1280$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 0 & 60 & 0 & 50 \\ 20 & 0 & 170 & 0 \\ 60 & 0 & 0 & 30 \end{pmatrix}$.

Задание 2. $V_{\min}=1675$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 0 & 110 & 60 & 0 \\ 125 & 0 & 0 & 0 \\ 55 & 0 & 0 & 40 \end{pmatrix}$.

Задание 3. $V_{\max}=32050$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 0 & 70 & 220 \\ 180 & 0 & 0 \\ 0 & 110 & 0 \\ 420 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

Задание 4. $V_{\min}=3800$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 170 & 150 & 0 \\ 280 & 0 & 0 \\ 0 & 220 & 50 \\ 0 & 0 & 350 \end{pmatrix}$.

Задание 5. $V_{\min}=790$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 120 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 220 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 60 & 70 \end{pmatrix}$.

Задание 6. $V_{\min}=2240$, $X_{\text{ОПТ}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 120 & 60 & 0 \\ 110 & 90 & 0 & 20 & 130 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 \end{pmatrix}$.

Задание 7. $W_{\max}=19400$, $X_{\text{опт}} = (102, 166)$

Задание 8. $W_{\min}=100$, $X_{\text{опт}} = (3, 4)$

Задание 9. $W_{\max}=73000$, $X_{\text{опт}} = (1000, 6000, 2500)$

Задание 10. $W_{\min}=5,66$, $X_{\text{опт}} = (0, 0, 0, 0.033, 0, 0.905, 0)$

Задание 11. $W_{\min}=1600$, $X_{\text{опт}} = (10, 40, 45)$

Задание 12. $W_{\max}=2036$, $X_{\text{опт}} = (2.5, 6.5, 8)$

Литература

1. Мартин Коттингхем. EXCEL 2000. – К.: «Ирина», ВHV, 2000. – 700с.
2. Карманов В.Г. Математическое программирование. - М.: Наука, 1986.- 288 с.
3. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. - М.: Высшая школа, 1986. - 320с.

Белобродский Андрей Викторович
Гриценко Максим Александрович

Редактор: Бунина Т.Д.

Тираж 50 экз. Заказ 169 от 21.12.2001

Отпечатано на множительной технике экономического
факультета ВГУ