

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шаралович

Должность: Ректор

Дата подписания: 13.10.2023 12:09:09

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f91a4504cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

Кафедра «Информационные технологии»

**Х.К.Алиева**

**Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине**

**«Теория информационных процессов и систем»**

**Направление подготовки**

09.03.02 Информационные системы и технологии

**Направленность (профиль)**

«Информационные системы и технологии»

«Информационные технологии в образовании»

«Информационные технологии в дизайне»

**Квалификация**

бакалавр

Грозный 20\_\_

## **Составители:**

Ассистент кафедры  
«Информационные технологии»

Алиева Х.К.

## **Рецензент:**

Э.Д. Алисултанова, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, директор Института прикладных информационных технологий, заведующая кафедрой «Информатика и вычислительная техника»

Методические указания предназначены для бакалавров по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии института прикладных информационных технологий.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Информационные технологии»: Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_.20\_\_ г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ГГНТУ

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Лабораторная работа 1.1. Транспортная задача .....	5
Лабораторная работа 1.2. Транспортная задача .....	8
Лабораторная работа 2. Задача о планировании производства .....	11
Лабораторная работа 3. Задача о назначениях .....	13
Лабораторная работа 4. Задача о снабжении .....	16
Лабораторная работа 5.1. Линейное программирование .....	19
Лабораторная работа 5.2. Линейное программирование .....	21
Лабораторная работа 6. План выгодного производства.....	25
Список использованных источников .....	28

## **Введение**

Оптимизационные модели применяются в экономической и технической сфере. Их цель – подобрать сбалансированное решение, оптимальное в конкретных условиях. В Microsoft Excel для решения задач оптимизации используются следующие команды: подбор параметров, диспетчер сценариев и поиск решения.

В курсе рассматривается команда Microsoft Excel "Поиск решения". Надстройка "Поиск решения" работает с группой ячеек, называемых ячейками переменных решения или просто ячейками переменных, которые используются при расчете формул в целевых ячейках и ячейках ограничения. Надстройка "Поиск решения" изменяет значения в ячейках переменных решения согласно пределам ячеек ограничения и выводит нужный результат в целевой ячейке.

## Лабораторная работа 1.1. Транспортная задача

### Постановка задачи

Некоторая фирма имеет 4 фабрики и пять центров распределения товаров. Фабрики располагаются в Витебске, Гомеле, Могилеве и Полоцке и имеют производственные мощности для выпуска соответственно 200, 150, 225 и 175 единиц продукции ежедневно. Центры распределения товаров располагаются в Минске, Бресте, Пинске, Гродно и Лиде и имеют ежедневные потребности в продукции 100, 200, 50, 250 и 150 единиц соответственно. Стоимость перевозки единицы продукции с фабрик в пункты распределения приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Транспортные расходы

Фабрики \ Склады	Стоимость перевозок				
	Минск	Брест	Пинск	Гродно	Лида
Витебск	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$2,25	\$2,25
Гомель	\$2,50	\$0,50	\$1,50	\$1,00	\$1,50
Могилев	\$1,50	\$1,50	\$1,75	\$1,75	\$1,75
Полоцк	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$1,75	\$1,75

Необходимо так спланировать перевозки, чтобы минимизировать суммарные транспортные расходы.

Оценка информации. Данная модель сбалансирована, т.е. суммарный объем произведенной продукции (750) равен суммарному объему потребностей в ней (750).

Введем обозначения:

- $x_{ij}$  – объем перевозок с  $i$ -й фабрики в  $j$ -й центр распределения;
- $c_{ij}$  – стоимость перевозки единицы продукции с  $i$ -й фабрики в  $j$ -й центр распределения;
- $a_i$  – объем производства на  $i$ -й фабрике;
- $b_j$  – спрос в  $j$ -м центре распределения.

Математическая модель этой задачи состоит из трех ограничений:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = b_j, j = \overline{1,5}; \quad \sum_{j=1}^5 x_{ij} = a_i, i = \overline{1,4}; \quad x_{ij} \geq 0, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$$

и целевой функции, минимизирующей транспортные расходы:

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

### Порядок выполнения:

Выполните следующую подготовительную работу для решения транспортной задачи с помощью средства *Поиск решения* (рисунок 1).

Транспортная задача							
Склады	Стоимость перевозок					Производство	
Фабрики	Минск	Брест	Пинск	Гродно	Лида		
Вигебск	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$2,25	\$2,25	200	
Гомель	\$2,50	\$0,50	\$1,50	\$1,00	\$1,50	150	
Могилев	\$1,50	\$1,50	\$1,75	\$1,75	\$1,75	225	
Попоцк	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$1,75	\$1,75	175	
Суммарные транспортные расходы						\$0,00	
Количество перевозок							ВСЕГО
Фабрики	Минск	Брест	Пинск	Гродно	Лида		
Вигебск						0	
Гомель						0	
Могилев						0	
Попоцк						0	
Итого:	0	0	0	0	0	0	
Потребность	100	200	50	250	150		

Рисунок 1 – Исходные данные транспортной задачи

В ячейки диапазона G12:G15 введите формулы, вычисляющие суммарный объем товаров по каждой фабрике, а в ячейки B16:F16 – формулы, вычисляющие объемы доставляемой продукции в пункты распределения. В целевую ячейку G8 введите формулу, вычисляющую суммарные транспортные расходы.

При создании вычислительной модели используем инструмент *Поиск решения* и заполняем диалоговое окно, как показано на рисунке 2.

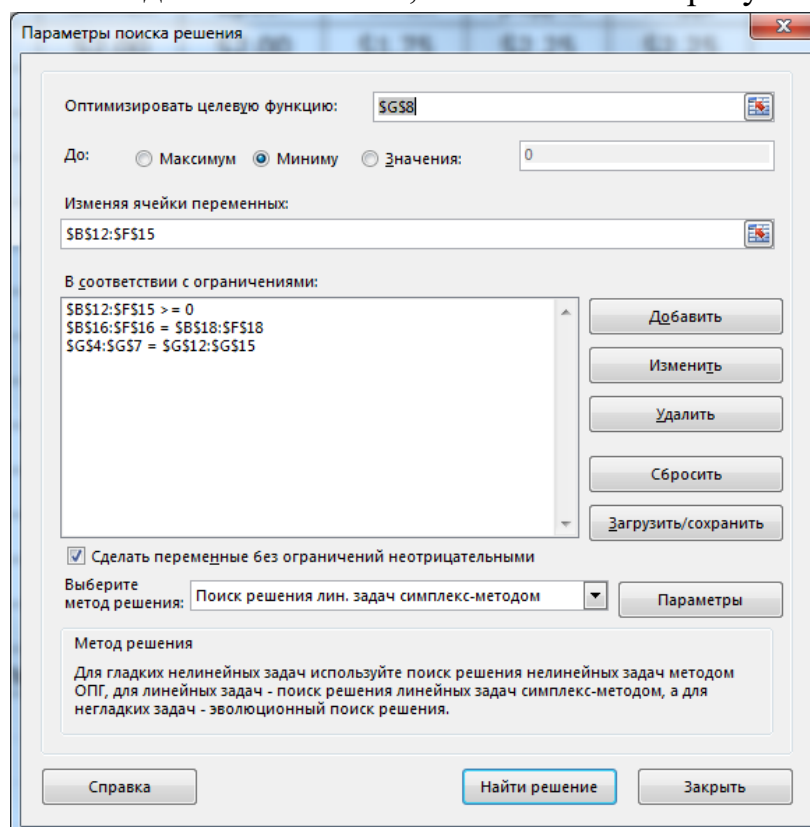


Рисунок 2 – Окно Поиск решения после заполнения

Нажмите кнопку *Параметры* диалогового окна *Поиск решения*. Откроется диалоговое окно *Параметры* поиска решения, в котором необходимо установить *Пределы решения* (рисунок 3).

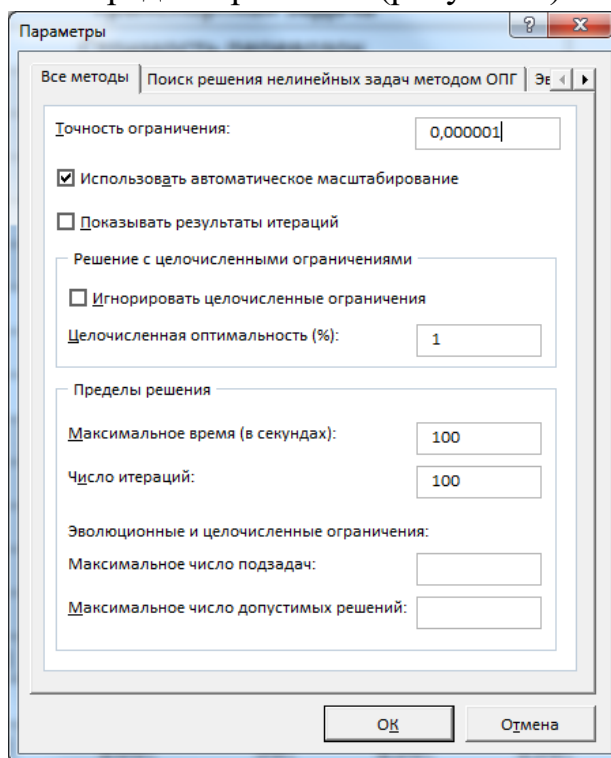


Рисунок 3 – Окно *Параметры* поиска решения после заполнения. После нажатия кнопки *Найти решение* будут найдены оптимальный план поставок продукции и соответствующие ему транспортные расходы (рисунок 4). Сохраните найденное решение.

Транспортная задача							
Склады	Стоимость перевозок						Производство
Фабрики	Минск	Брест	Пинск	Гродно	Лида		
Вигебск	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$2,25	\$2,25	200	
Гомель	\$2,50	\$0,50	\$1,50	\$1,00	\$1,50	150	
Могилев	\$1,50	\$1,50	\$1,75	\$1,75	\$1,75	225	
Попоцк	\$2,00	\$2,00	\$1,75	\$1,75	\$1,75	175	
Суммарные транспортные расходы						\$1 162,50	
Склады	Количество перевозок						ВСЕГО
Фабрики	Минск	Брест	Пинск	Гродно	Лида		
Вигебск	100	50	50	0	0	200	
Гомель	0	150	0	0	0	150	
Могилев	0	0	0	225	0	225	
Попоцк	0	0	0	25	150	175	
<b>Итого:</b>	100	200	50	250	150	750	
Потребность	100	200	50	250	150		

Рисунок 4 – Решенная транспортная задача

## Лабораторная работа 1.2. Транспортная задача

### Постановка задачи

Исходные данные задачи приведены схематически: внутри прямоугольника заданы удельные транспортные затраты на перевозку единицы груза, слева указаны мощности поставщиков, а сверху - мощности потребителей.

Найти оптимальный план закрепления поставщиков за потребителями, установить единственность или не единственность оптимального плана, используя Поиск решений.

	<i>150</i>	<i>40</i>	<i>110</i>	<i>50</i>
<i>70</i>	<i>9</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>7</i>
<i>80</i>	<i>11</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>6</i>
<i>90</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>4</i>
<i>110</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>

### Порядок выполнения:

Решим задачу средствами Excel. Заполним ячейки исходными данными (в виде таблицы) и формулами математической модели (рисунок 1).

B21		=СУММПРОИЗВ(B4:E7;B16:E19)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	План перевозок							
2	Поставщики	Потребители				Вывезено	Запасы	Остаток
3		B1	B2	B3	B4			
4	A1	0	0	0	0	0	70	70
5	A2	0	0	0	0	0	80	80
6	A3	0	0	0	0	0	90	90
7	A4	0	0	0	0	0	110	110
8	Получено	0	0	0	0			
9	Потребность	150	40	110	50			
10	Недополучено	150	40	110	50			
11								
12								
13	Матрица тарифов							
14	Поставщики	Потребители						
15		B1	B2	B3	B4			
16	A1	9	5	10	7			
17	A2	11	8	9	6			
18	A3	7	6	5	4			
19	A4	6	4	3	2			
20								
21	Затраты	0						

Рисунок 1 – Таблица в режиме чисел



## Таблица в режиме формул (рисунок 2).

План перевозок								
Поставщики	Потребители				Вывезено	Запасы	Остаток	
	B1	B2	B3	B4				
A1	0	0	0	0	=СУММ(B4:E4)	70	=G4-F4	
A2	0	0	0	0	=СУММ(B5:E5)	80	=G5-F5	
A3	0	0	0	0	=СУММ(B6:E6)	90	=G6-F6	
A4	0	0	0	0	=СУММ(B7:E7)	110	=G7-F7	
Получено	=СУММ(B4:B7)	=СУММ(C4:C7)	=СУММ(D4:D7)	=СУММ(E4:E7)				
Потребность	150	40	110	50				
Недополучено	=B9-B8	=C9-C8	=D9-D8	=E9-E8				
Матрица тарифов								
Поставщики	Потребители							
	B1	B2	B3	B4				
A1	9	5	10	7				
A2	11	8	9	6				
A3	7	6	5	4				
A4	6	4	3	2				
Затраты	=СУММПРОИЗВ(B4:E7;B16:E19)							

Рисунок 2 – Таблица в режиме формул

Вызываем надстройку *Поиск решения* и заполняем параметры: Вносим целевую функцию и ограничения (рисунок 3).

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До:  Максимум  Минимум  Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

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

Справка      Найти решение      Закрыть

Рисунок 3 – Окно *Поиск решения* после заполнения

Запускаем и получаем решение (рисунок 4).

		A	B	C	D	E	F	G	H	
1	План перевозок									
2	Поставщики	Потребители				Вывезено	Запасы	Остаток		
3		B1	B2	B3	B4					
4	A1	30	40	0	0	70	70	0		
5	A2	30	0	0	50	80	80	0		
6	A3	90	0	0	0	90	90	0		
7	A4	0	0	110	0	110	110	0		
8	Получено	150	40	110	50					
9	Потребность	150	40	110	50					
10	Недополучено	0	0	0	0					
11										
12										
13	Матрица тарифов									
14	Поставщики	Потребители								
15		B1	B2	B3	B4					
16	A1	9	5	10	7					
17	A2	11	8	9	6					
18	A3	7	6	5	4					
19	A4	6	4	3	2					
20										
21	Затраты	2060								

Рисунок 4 – Решение задачи

Вывод: Минимальные суммарные затраты на перевозку груза равны 2060 д.е. Они достигаются путем распределения поставок, представленных в ячейках [B4:E7]. Так, например, поставщик A1 должен доставить груз только потребителю B1 в количестве 30 единиц и потребителю B2 в количестве 40 единиц. Поставщик A2 должен поставить груз к потребителю B1 в количестве 30 ед., к потребителю B4 – 50 ед. Поставщик A3 должен доставить груз только потребителю B1 в количестве 90 ед. Поставщик A4 должен доставить груз только потребителю B3 в количестве 110 ед.

## Лабораторная работа 2. Задача о планировании производства

### Постановка задачи

Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технической линии. Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 30 и 20 у.е. соответственно. Определите оптимальный суточный объем производства первой и второй моделей.

Оценка информации. Предприятию необходимо спланировать объем выпуска радиоприемников так, чтобы максимизировать прибыль.

Введем обозначения:

- $X_1$  – суточный объем выпуска радиоприемников первой модели;
- $X_2$  – суточный объем выпуска радиоприемников второй модели.

Математическая модель этой задачи состоит из ограничений:

$$\begin{cases} x_1 \leq 60 \\ x_2 \leq 75 \\ 10x_1 + 8x_2 \leq 800 \end{cases} \quad x_j > 0, (j = \overline{1,2})$$

Кроме того, на  $X_1$  и  $X_2$  налагаются условия целочисленности, т.е. полученные в результате расчетов значения объемов выпуска должны быть целыми числами.

Целевая функция  $30X_1 + 20X_2 \rightarrow \max$ .

### Порядок выполнения:

Выполните следующую подготовительную работу для решения задачи о планировании производства с помощью средства *Поиск решения* (рисунок 1).

G20 : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> $f_x$						
	A	B	C	D	E	F
1	<b>Задача о планировании производства</b>					
2						
3		Расход эл-тов электр. схем на ед.изделия	Объем произ-ва	Расход эл-тов за сутки	Объем произ-ва линий	Прибыль от реализации ед.изделия
4	Модель 1	10		=B4*C4	60	30
5	Модель 2	8		=B5*C5	75	20
6	Всего:			=СУММ(D4:D5)		
7	Прибыль от реализации за сутки:					=F4*C4+F5*C5
8						
9	Суточный запас элементов			800		

Рисунок 1 - Таблица с исходными данными и формулами

Введите в ячейки C4 и C5 данные об объемах выпуска радиоприемников, удовлетворяющие условиям задачи (допустимый план задачи), равные 40 единицам. Просмотрите полученные результаты.

При создании вычислительной модели используем инструмент *Поиск решения* и заполняем диалоговое окно, как показано на рисунке 2.

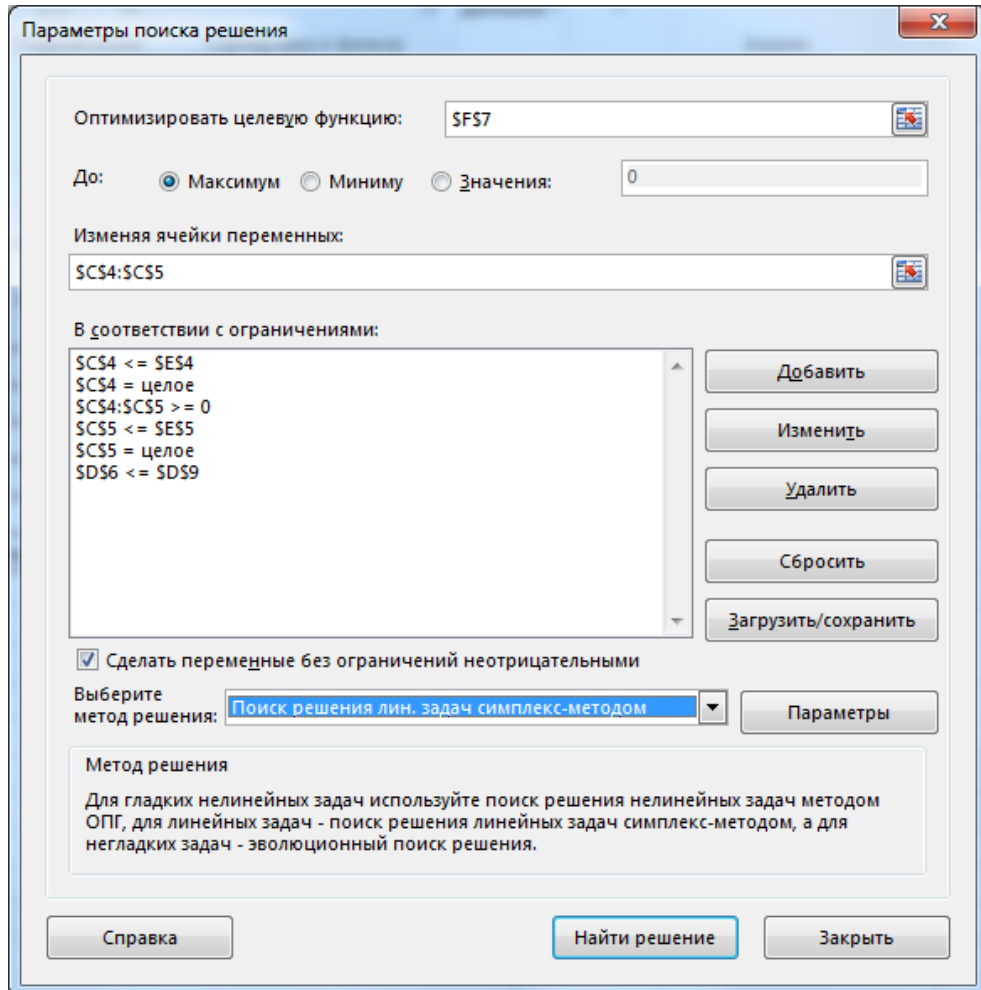


Рисунок 2 - Окно *Поиск решения* для задачи о планировании производства

После нажатия кнопки *Найти решение* будут найдены оптимальный план производства (рисунок 3).

=F4*C4+F5*C5						
	A	B	C	D	E	F
1	<b>Задача о планировании производства</b>					
2						
3		Расход эл-тов электр. схем на ед.изделия	Объем произ-ва	Расход эл-тов за сутки	Объем произ-ва линий	Прибыль от реализации ед.изделия
4	Модель 1	10	60	600	60	30
5	Модель 2	8	25	200	75	20
6			Всего:	800		
7					Прибыль от реализации за сутки:	2300
8						
9	Суточный запас элементов			800		

Рисунок 3 – Решенная задача

### Лабораторная работа 3. Задача о назначениях

#### Постановка задачи

Имеются четыре рабочих и четыре вида работ. Стоимости  $c_{ij}$  выполнения  $i$ -м рабочим  $j$ -й работы приведены в таблице 1, где под строкой понимается рабочий, а под столбцом – работа.

Таблица 1– Стоимость выполнения работ

Рабочие / Виды работ	Стоимость выполнения работ			
	1	2	3	4
1	1	4	6	3
2	9	10	7	9
3	4	5	11	7
4	8	7	8	5

Необходимо составить план выполнения работ так, чтобы все работы оказались выполненными, каждый рабочий был загружен только на одной работе, а суммарная стоимость выполнения всех работ была минимальной.

Оценка информации. Данная задача является сбалансированной, т.е. число работ совпадает с числом рабочих. Если задача не сбалансирована, то перед началом решения ее необходимо сбалансировать, введя недостающее число фиктивных строчек или столбцов с достаточно большими штрафными стоимостями работ.

Введем обозначения:

- $x_{ij}$  – переменная, имеющая только два допустимых значения: 0 или 1 (такие переменные называются двоичными);
- $x_{ij}=1$ , если  $i$ -м рабочим выполняется  $j$ -я работа;
- $x_{ij}=0$ , если  $i$ -м рабочим не выполняется  $j$ -я работа.

Математическая модель этой задачи состоит из ограничений:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = 1, j = \overline{1,4}; \quad \sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1, i = \overline{1,4}; \quad x_{ij} \in \{0,1\}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$$

и целевой функции, минимизирующей суммарную стоимость

выполнения всех работ: 
$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

### Порядок выполнения:

Выполните следующую подготовительную работу для решения задачи о назначениях с помощью средства *Поиск решения* (рисунок 1).

F9 : X ✓ fx =СУММПРОИЗВ(B3:E6;B10:E13)						
	A	B	C	D	E	F
1	Рабочие / Виды работ	Стоимость выполнения работ				
2		1	2	3	4	
3	1	1	4	6	3	
4	2	9	10	7	9	
5	3	4	5	11	7	
6	4	8	7	8	5	
7						
8						
9				Функция цели		0
10						0
11						0
12						0
13						0
14		0	0	0	0	

Рисунок 1 – Исходные данные задачи о назначениях

В ячейки диапазона B14:E14 и F10:F13 введите следующие формулы, задающие левые части ограничений:

Ячейка	Формула	Ячейка	Формула
B14	=СУММ(B10:B13)	F10	=СУММ(B10:E10)
C14	=СУММ(C10:C13)	F11	=СУММ(B11:E11)
D14	=СУММ(D10:D13)	F12	=СУММ(B12:E12)
E14	=СУММ(E10:E13)	F13	=СУММ(B13:E13)

В целевую ячейку F9 введите формулу, вычисляющую суммарную стоимость выполнения работ.

При создании вычислительной модели используем инструмент *Поиск решения* и заполняем диалоговое окно, как показано на рисунке 2.

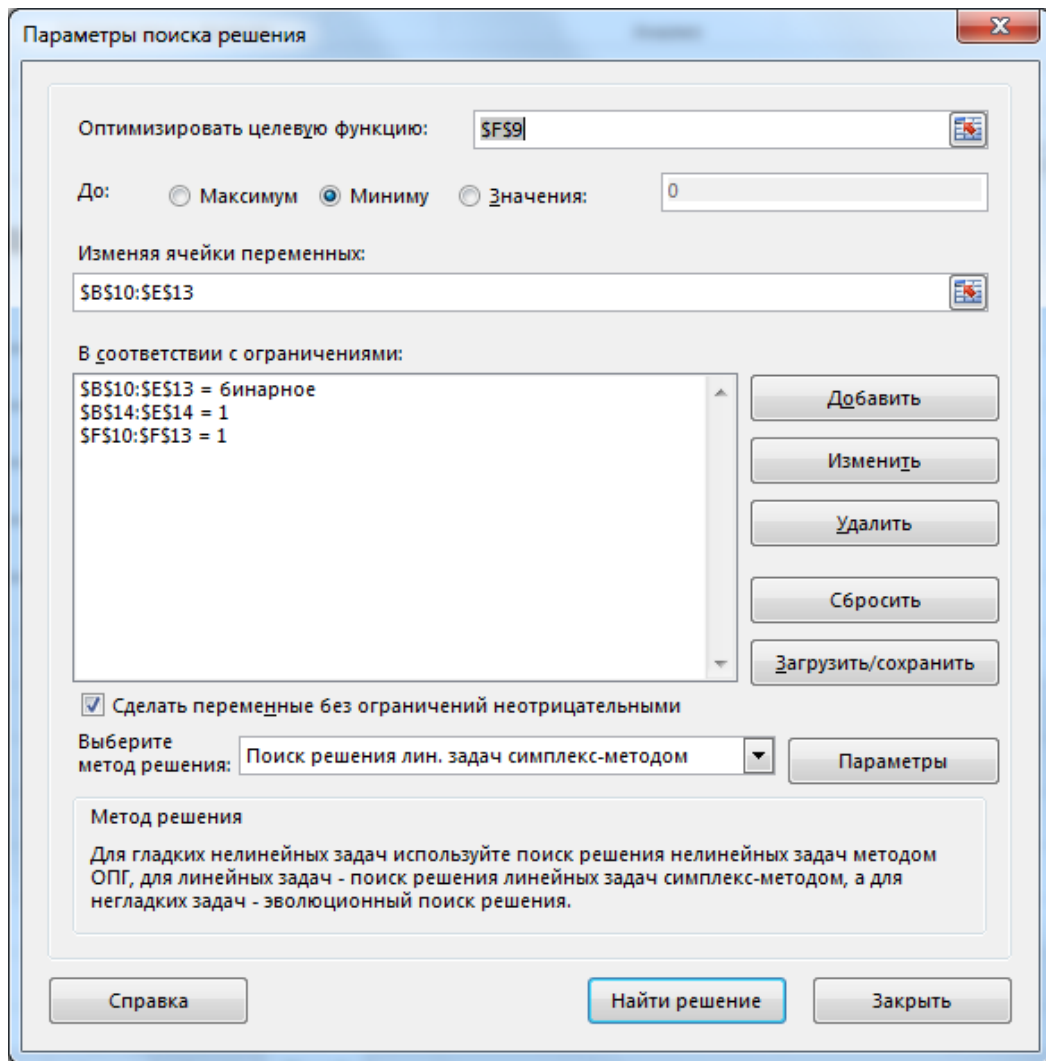


Рисунок 2 – Окно Поиск решения после заполнения

После нажатия кнопки *Найти решение* получим оптимальный план выполнения работ (рисунок 3). Сохраните файл.

	A	B	C	D	E	F
1	Рабочие / Виды работ	Стоимость выполнения работ				
2		1	2	3	4	
3	1	1	4	6	3	
4	2	9	10	7	9	
5	3	4	5	11	7	
6	4	8	7	8	5	
7						
8						
9				Функция цели		18
10		1	0	0	0	1
11		0	0	1	0	1
12		0	1	0	0	1
13		0	0	0	1	1
14		1	1	1	1	

Рисунок 3 – Решенная задача о назначениях

## Лабораторная работа 4. Задача о снабжении

### Постановка задачи

Некоторое учреждение приняло решение одеть своих сотрудников в фирменные костюмы. Оно получило предложения от фирм f1, f2 и f3 на поставку фирменных костюмов трех размеров: s1, s2 и s3. Стоимость костюмов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимость костюмов

	s1	s2	s3
Фирма f1	110	115	126
Фирма f2	107	115	130
Фирма f3	104	109	116

Будут заключены контракты на покупку 1000 костюмов размера s1, 1500 костюмов размера s2 и 1200 костюмов размера s3. Производственные мощности фирм позволяют выпускать 1000 костюмов разных размеров фирме f1, 1500 костюмов фирме f2 и 2500 костюмов фирме f3.

Как следует распределить заказы, чтобы контракты были заключены с минимизацией общей стоимости?

Оценка информации. Заметим, что общее предложение (5000) превосходит общий спрос (3700), т.е. налицо некоторая избыточная производственная мощность. Мы понимаем, что учреждение должно получить ровно столько костюмов, сколько работников оно собирается ими обеспечить. А вот с какой фирмы и сколько будет взято костюмов, выяснится в результате решения задачи.

Введем обозначения:

- $a_1, a_2, a_3$  – количество костюмов размера s1, выпускаемых соответственно фирмами f1, f2 и f3;
- $b_1, b_2, b_3$  – количество костюмов размера s2, выпускаемых соответственно фирмами f1, f2 и f3;
- $c_1, c_2, c_3$  – количество костюмов размера s3, выпускаемых соответственно фирмами f1, f2 и f3.

Математическая модель этой задачи состоит из шести ограничений:

$$\begin{aligned}a_1 + a_2 + a_3 &= 1000, \\b_1 + b_2 + b_3 &= 1500, \\c_1 + c_2 + c_3 &= 1200, \\a_1 + b_1 + c_1 &\leq 1000, \\a_2 + b_2 + c_2 &\leq 1500, \\a_3 + b_3 + c_3 &\leq 2500\end{aligned}$$

и целевой функции, минимизирующей общую стоимость:



$$110a_1 + 107a_2 + 104a_3 + 115b_1 + 115b_2 + 109b_3 + 126c_1 + 130c_2 + 116c_3 \rightarrow \min.$$

### Порядок выполнения:

Выполните следующую подготовительную работу для решения задачи (рисунок 1).

D8 : <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="✓"/> <input type="button" value="fx"/> =СУММПРОИЗВ(B4:D6;G4:I6)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Задача о снабжении</b>									
2		Стоимость одного костюма					Количество костюмов			
3		Размер s1	Размер s2	Размер s3			s1	s2	s3	
4	Фирма f1	110	115	126		f1				0
5	Фирма f2	107	115	130		f2				0
6	Фирма f3	104	109	116		f3				0
7							0	0	0	
8	Общая стоимость костюмов:			0						

Рисунок 1 – Исходные данные для задачи о снабжении

В ячейки J4:J6 введите формулы для расчета общего объема поставок от фирм f1, f2 и f3 соответственно, используя функцию СУММ. В ячейки G7:I7 введите формулы, подсчитывающие общее количество костюмов s1, s2 и s3. В целевой ячейке D8 подсчитайте общую стоимость костюмов.

При создании вычислительной модели используем инструмент *Поиск решения*, т.к. задача имеет достаточно много переменных (9). При этом для изменяемых ячеек (переменных) необходимо будет добавить два ограничения.

Значения их должны быть целочисленными и неотрицательными (рисунок 2). Всего должно быть 8 ограничений.

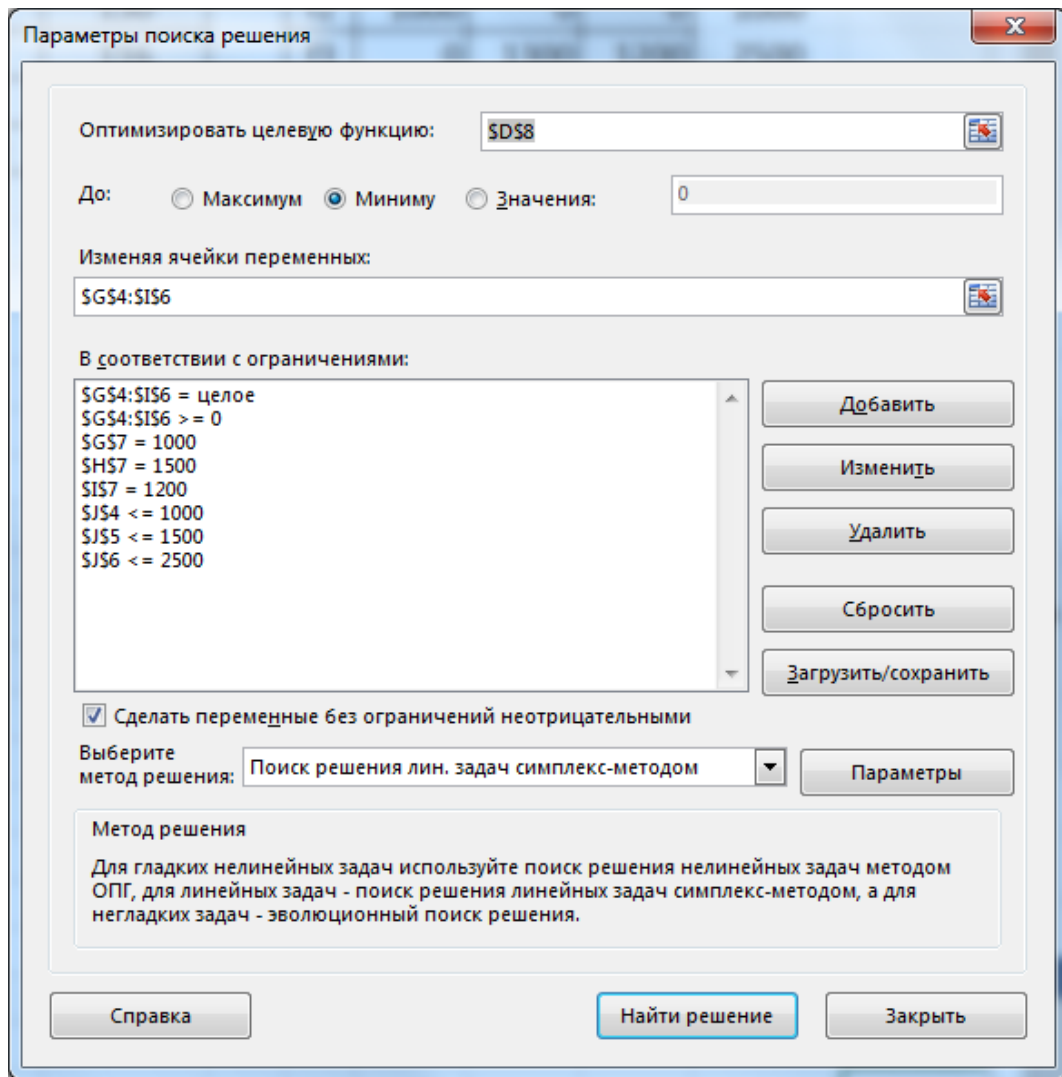


Рисунок 2 – Окно Поиск решения после заполнения

После нажатия кнопки *Найти решение* получим оптимальный план распределения заказов (рисунок 3). Сохраните найденное решение.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Задача о снабжении</b>									
2		Стоимость одного костюма				Количество костюмов				
3		Размер s1	Размер s2	Размер s3		s1	s2	s3		
4	Фирма f1	110	115	126		f1	0	200	0	200
5	Фирма f2	107	115	130		f2	1000	0	0	1000
6	Фирма f3	104	109	116		f3	0	1300	1200	2500
7							1000	1500	1200	
8	Общая стоимость костюмов:			410900						

Рисунок 3 – Решенная задача о снабжении

## Лабораторная работа 5.1. Линейное программирование

### Постановка задачи

Фирма "Компьютер-сервис" поставляет компьютеры под ключ четырех базовых комплектаций: «домашний», «игровой», «офисный» и «экстрим». Известны средние затраты времени на сборку, проверку и подключение компьютеров. Каждый компьютер приносит определенный уровень прибыли, но спрос ограничен. Кроме того, в плановом периоде ограничен ресурс человеко-часов, отведенных на выполнение каждой производственной операции. Определить, сколько компьютеров каждого типа необходимо произвести в плановом периоде, имея целью максимизировать прибыль.

Компьютер	Прибыль за модель	Макс. спрос на товар	Треб-ся часов на подключение	Треб-ся часов на сборку	Треб-ся часов на проверку
Домашний	33	87	0,9	1,2	1,3
Игровой	39	67	1,1	1,5	1,5
Офисный	36	110	0,7	0,9	0,9
Экстрим	43	45	1,3	1,1	1,2
Доступно часов на каждую операцию			70	55	35

### Порядок выполнения:

Решим задачу средствами Excel. Заполним ячейки исходными данными (в виде таблицы) и формулами математической модели (рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Переменные	X1	X2	X3	X4	F		
2		0	0	0	0	0		
3	Прибыль	33	39	36	43			
4	Спрос	87	67	110	45			
5								
6	Ограничения по часам	0,9	1,1	0,7	1,3	0	<=	70
7		1,2	1,5	0,9	1,1	0	<=	55
8		1,3	1,5	0,9	1,2	0	<=	35

Рисунок 1 – Таблица в режиме чисел

Таблица в режиме формул (рисунок 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Переменные	X1	X2	X3	X4	F		
2		0	0	0	0	=B3*B2+C3*C2+D3*D2+E3*E2		
3	Прибыль	33	39	36	43			
4	Спрос	87	67	110	45			
5								
6	Ограничения по часам	0,9	1,1	0,7	1,3	=B6*\$B\$2+C6*\$C\$2+D6*\$D\$2+E6*\$E\$2	<=	70
7		1,2	1,5	0,9	1,1	=B7*\$B\$2+C7*\$C\$2+D7*\$D\$2+E7*\$E\$2	<=	55
8		1,3	1,5	0,9	1,2	=B8*\$B\$2+C8*\$C\$2+D8*\$D\$2+E8*\$E\$2	<=	35

Рисунок 2 – Таблица в режиме формул

Вызываем надстройку *Поиск решения* и заполняем параметры: Вносим целевую функцию и ограничения (рисунок 3).

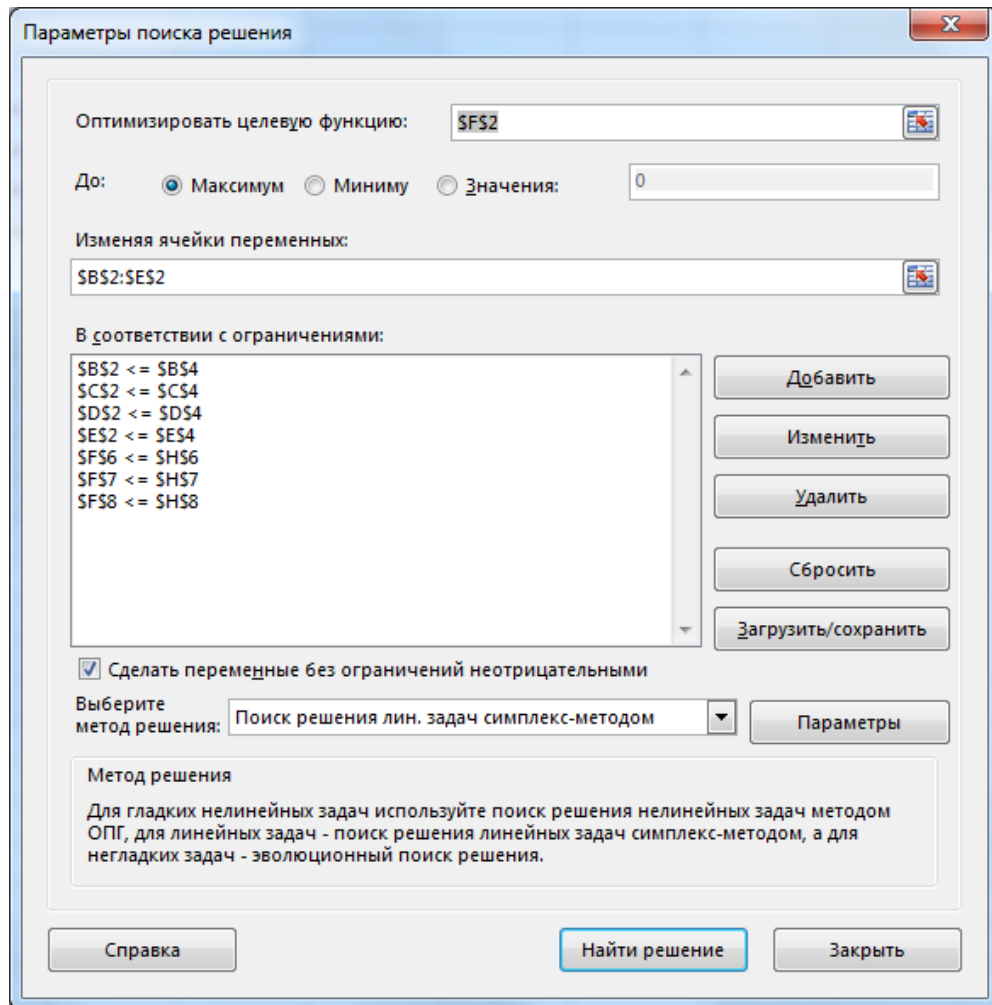


Рисунок 3 – Окно *Поиск решения* после заполнения

Запускаем и получаем решение (рисунок 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Переменные	X1	X2	X3	X4	F		
2		0	0	38,88888889	0	1400		
3	Прибыль	33	39	36	43			
4	Спрос	87	67	110	45			
5								
6	Ограничения по часам	0,9	1,1	0,7	1,3	27,2222222	<=	70
7		1,2	1,5	0,9	1,1	35	<=	55
8		1,3	1,5	0,9	1,2	35	<=	35

Рисунок 4 – Решение задачи

Вывод: При данных ограничениях нужно продавать только компьютеры вида «Офисный» в количестве 38,89 штук, прибыль составит 1400.

## Лабораторная работа 5.2. Линейное программирование

### Постановка задачи

Цех производит 8 различных видов деталей для двигателей А, В, С1, С2, С3, D, Е6, F имея в своем распоряжении перечисленный ниже парк из 7 видов универсальных станков: 2 шт. -ADF, 3 шт. -SHG, 3 шт. -BSD, 1 шт. -AVP, 1 шт. -BFG, 3 шт. -ABM, 2 шт. -RL.

Время, требуемое для обработки единицы каждого продукта на каждом станке, вклад в прибыль от производства единицы каждого продукта и рыночный спрос на каждый продукт за месяц даны в таблице.

<i>Обработка на</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>D</i>	<i>E6</i>	<i>F</i>
<i>ADF</i>	0,24	0,23	0,19	0,15	0,19	0,18	0,23	0,18
<i>SHG</i>	0,05	0,03	-	0,70	0,10	-	0,08	0,08
<i>BSD</i>	0,37	0,59	0,71	0,50	0,32	0,74	0,43	0,40
<i>AVP</i>	0,11	0,11	0,12	0,10	0,09	0,12	0,07	0,10
<i>BFG</i>	0,29	0,22	-	0,20	0,16	0,29	0,14	0,12
<i>ABM</i>	-	0,58	0,70	0,69	0,46	0,31	0,31	0,65
<i>RL</i>	0,08	0,01	0,08	0,11	0,12	0,08	-	0,12
<i>Прибыль</i>	5	6	8	6	7	8	6	4
<i>Потребность рынка</i>	200	350	280	300	350	220	100	200

Цех работает 12 часов в день. Каждый месяц содержит 26 рабочих дней. Для упрощения задачи считаем, что возможен произвольный порядок обработки деталей на различных станках.

Составьте оптимальный план производства.

Определите, производство каких продуктов лимитировано рынком, и каких –техническими возможностями цеха. Какие машинные ресурсы должны быть увеличены в первую очередь, чтобы добиться максимального увеличения прибыли (при заданных потребностях рынка)? Есть ли продукт, который невыгодно производить? Почему? Что нужно изменить, чтобы все продукты стало выгодно производить?

#### Порядок выполнения:

Заполним ячейки исходными данными (в виде таблицы) (рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Тип детали	A	B	C1	C2	C3	D	E6	F		
2	Производство										
3											
4	Станки	Время обработки деталей на станках									Парк станков
5	ADF	0,24	0,23	0,19	0,15	0,19	0,18	0,23	0,18		2
6	SHG	0,05	0,03	-	0,7	0,1	-	0,08	0,08		3
7	BSD	0,37	0,59	0,71	0,5	0,32	0,74	0,43	0,4		3
8	AVP	0,11	0,11	0,12	0,1	0,09	0,12	0,07	0,1		1
9	BFG	0,29	0,22	-	0,2	0,16	0,29	0,14	0,12		1
10	ABM	-	0,58	0,7	0,69	0,46	0,31	0,31	0,65		3
11	RL	0,08	0,01	0,08	0,11	0,12	0,08	-	0,12		2
12	Прибыль	5	6	8	6	7	8	6	4		
13	Потребность рынка	200	350	280	300	350	220	100	200		

Рисунок 1 – Исходные данные

Далее рассчитываем затрачиваемое время (умножаем матрицу выпуска на соответствующее время обработки выпуска) по каждому станку (рисунок 2).

L5 :    fx =СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$I\$2;B5:I5)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Тип детали	A	B	C1	C2	C3	D	E6	F			
2	Производство											
3												
4	Станки	Время обработки деталей на станках									Парк станков	Потребность времени
5	ADF	0,24	0,23	0,19	0,15	0,19	0,18	0,23	0,18		2	0
6	SHG	0,05	0,03	-	0,7	0,1	-	0,08	0,08		3	0
7	BSD	0,37	0,59	0,71	0,5	0,32	0,74	0,43	0,4		3	0
8	AVP	0,11	0,11	0,12	0,1	0,09	0,12	0,07	0,1		1	0
9	BFG	0,29	0,22	-	0,2	0,16	0,29	0,14	0,12		1	0
10	ABM	-	0,58	0,7	0,69	0,46	0,31	0,31	0,65		3	0
11	RL	0,08	0,01	0,08	0,11	0,12	0,08	-	0,12		2	0
12	Прибыль	5	6	8	6	7	8	6	4			
13	Потребность рынка	200	350	280	300	350	220	100	200			

Рисунок 2 – Таблица в режиме формул

Далее находим предел времени работы каждого станка: 12 часов \* 26 дней = 312 часов.

На основании этого рассчитываем фонд времени для каждого типа станков в зависимости от количества.

Также рассчитываем прибыль - умножаем матрицу выпуска на матрицу прибыльности (рисунок 3).

=СУММПРОИЗВ(B2:I2;B12:I12)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I					
1	Тип детали	A	B	C1	C2	C3	D	E6	F					
2	Производство	200	0	0	166	350	0	100	0					
3														
4	Станки	Время обработки деталей на станках							Парк станков	Потребность времени	Предел времени	Остаток времени		
5	ADF	0,24	0,23	0,19	0,15	0,19	0,18	0,23	0,18	2	162,4	≤	624	461,6
6	SHG	0,05	0,03	-	0,7	0,1	-	0,08	0,08	3	169,2	≤	936	766,8
7	BSD	0,37	0,59	0,71	0,5	0,32	0,74	0,43	0,4	3	312	≤	936	624
8	AVP	0,11	0,11	0,12	0,1	0,09	0,12	0,07	0,1	1	77,1	≤	312	234,9
9	BFG	0,29	0,22	-	0,2	0,16	0,29	0,14	0,12	1	161,2	≤	312	150,8
10	ABM	-	0,58	0,7	0,69	0,46	0,31	0,31	0,65	3	306,54	≤	936	629,46
11	RL	0,08	0,01	0,08	0,11	0,12	0,08	-	0,12	2	76,26	≤	624	547,74
12	Прибыль	5	6	8	6	7	8	6	4					
13	Потребность рынка	200	350	280	300	350	220	100	200					
14														
15	Суммарная прибыль	5046												

Рисунок 3 – Расчёт данных

Далее запускаем надстройку *Поиск решения*. Вносим целевую функцию и ограничения (рисунок 4).

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До:  Максимум  Минимум  Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

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

Рисунок 4 – Окно *Поиск решения* после заполнения

Запускаем и получаем решение (рисунок 5).

B15		=СУММПРОИЗВ(B2:I2;B12:I12)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Тип детали	A	B	C1	C2	C3	D	E6	F						
2	Производство	155	224	280	300	350	220	100	199						
3															
4	Станки	Время обработки деталей на станках								Парк станков	Потребность времени		Предел времени	Остаток времени	
5	ADF	0,24	0,23	0,19	0,15	0,19	0,18	0,23	0,18	2	351,84	≤	624	272,16	
6	SHG	0,05	0,03	-	0,7	0,1	-	0,08	0,08	3	283,39	≤	936	652,61	
7	BSD	0,37	0,59	0,71	0,5	0,32	0,74	0,43	0,4	3	935,71	≤	936	0,29	
8	AVP	0,11	0,11	0,12	0,1	0,09	0,12	0,07	0,1	1	190,09	≤	312	121,91	
9	BFG	0,29	0,22	-	0,2	0,16	0,29	0,14	0,12	1	311,91	≤	312	0,09	
10	ABM	-	0,58	0,7	0,69	0,46	0,31	0,31	0,65	3	922,47	≤	936	13,53	
11	RL	0,08	0,01	0,08	0,11	0,12	0,08	-	0,12	2	153,52	≤	624	470,48	
12	Прибыль	5	6	8	6	7	8	6	4						
13	Потребность рынка	200	350	280	300	350	220	100	200						
14															
15	Суммарная прибыль	11765													

Рисунок 5 – Решение задачи

Вывод: Остаток времени, близкий 0 - по станкам BSD и BFG, следовательно, данные станки – наиболее дефицитные. Следовательно, чтобы добиться максимального увеличения прибыли (при заданных потребностях рынка), в первую очередь должны быть увеличены ресурсы времени по данным станкам (BSD и BFG).



## Лабораторная работа 6. План выгодного производства

### Постановка задачи

Заводом производится несколько видов конфет: "А", "В" и "С". Конфеты можно производить в любых количествах (сбыт обеспечен), но запасы сырья ограничены. Известно, что реализация 10-ти килограмм конфет "А" дает прибыль 9р., "В" – 10р. и "С" – 16р. Надо определить, каких конфет и сколько десятков килограмм необходимо произвести, чтобы общая прибыль от реализации была максимальной.

Таблица с данными норм расхода сырья:

Сырье	Нормы расхода сырья на 10кг конфет			Запас сырья (кг)
	А	В	С	
<i>Какао</i>	<i>18</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>360</i>
<i>Сахар</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>192</i>
<i>Наполнитель</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>180</i>
Прибыль	9 р.	10 р.	16 р.	

### Порядок выполнения:

Решим задачу средствами программы MS Excel. Внесем данные в таблицу (рисунок 1).

c13 : fx =СУММ(C10:C12)					
	A	B	C	D	E
1	Сырье	Нормы расхода сырья на 10кг конфет			Запас сырья (кг)
2		A	B	C	
3	<i>Какао</i>	<i>18</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>360</i>
4	<i>Сахар</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>192</i>
5	<i>Наполнитель</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>180</i>
6	Прибыль	9,00р.	10,00р.	16,00р.	
7					
8	Изделия				
9	Наименование	Количество (в 10 кг)	Прибыль		
10	A		0,00р.		
11	B		0,00р.		
12	C		0,00р.		
13	Стоимость продукции		0,00р.		
14					
15	Расход сырья				
16	Какао	Сахар	Наполнитель		
17	0	0	0		

Рисунок 1 – Исходные данные

В ячейках A17, B17, C17 находится формула, отражающая сумму расхода сырья на производство каждого вида конфет, при этом каждая из них имеет ограничение по количеству имеющегося сырья (рисунок 2).

	A	B	C
8	Изделия		
9	Наименование	Количество (в 10 кг)	Прибыль
10	A		=B6*B10
11	B		=C6*B11
12	C		=D6*B12
13	Стоимость продукции		=СУММ(C10:C12)
14			
15	Расход сырья		
16	Какао	Сахар	Наполнитель
17	=B3*B10+C3*B11+D3*B12	=B4*B10+C4*B11+D4*B12	=B5*B10+C5*B11+D5*B12

Рисунок 2 – Таблица в режиме формул

3) Вызываем надстройку *Поиск решения* и заполняем параметры (рисунок

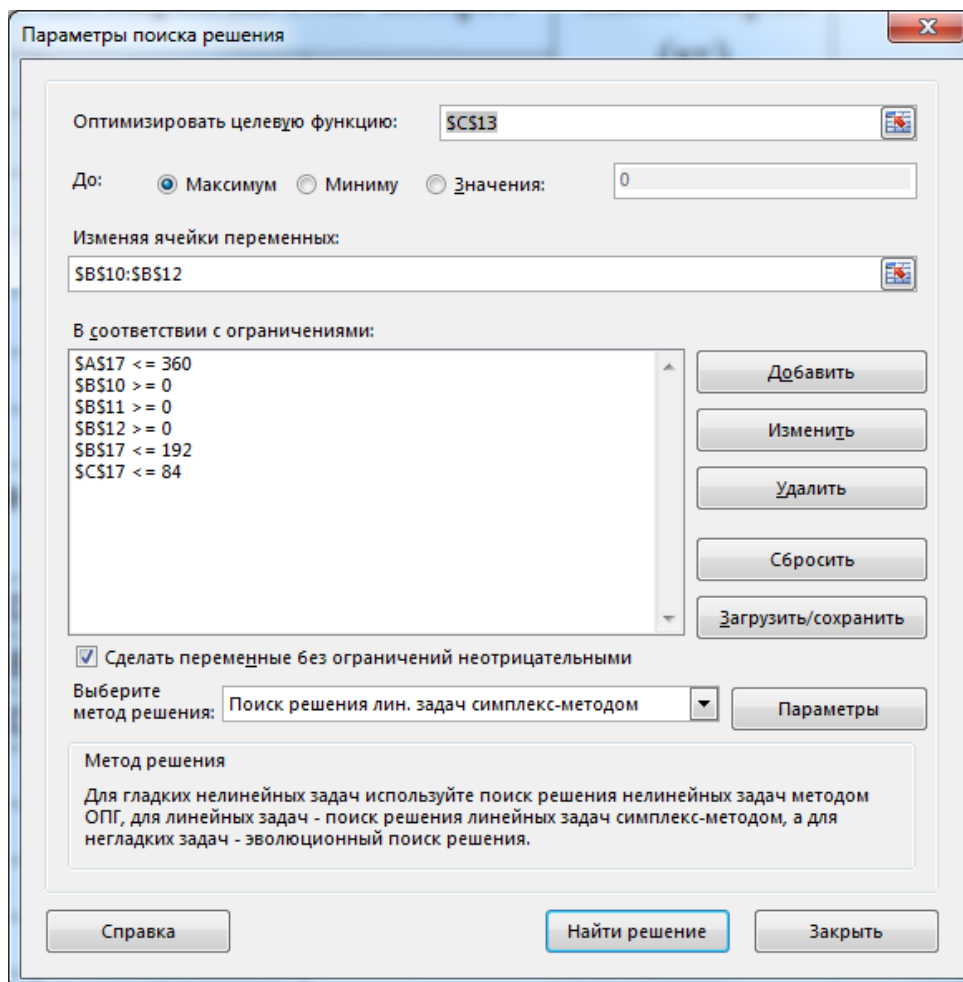


Рисунок 3 – Параметры поиска решения

Запускаем и получаем решение (рисунок 4).

C13 : fx =СУММ(C10:C12)					
	A	B	C	D	E
1	Сырье	Нормы расхода сырья на 10кг конфет			Запас сырья (кг)
2		A	B	C	
3	Какао	18	15	12	360
4	Сахар	6	4	8	192
5	Наполнитель	5	3	3	180
6	Прибыль	9,00р.	10,00р.	16,00р.	
7					
8	Изделия				
9	Наименование	Количество (в 10 кг)	Прибыль		
10	A	0	0,00р.		
11	B	8	80,00р.		
12	C	20	320,00р.		
13	Стоимость продукции		400,00р.		
14					
15	Расход сырья				
16	Какао	Сахар	Наполнитель		
17	360	192	84		

Рисунок 4 – Итоговый результат

Из решения видно, что оптимальный план выпуска предусматривает изготовление 80кг конфет "B" и 200кг конфет "C". Конфеты "A" производить не стоит. Полученная прибыль составит 400р. При этом сырье израсходуется полностью, кроме наполнителя, расход которого составит 84кг из имевшихся 180 кг.

## Список использованных источников

1. Чернышев А.Б. Теория информационных процессов и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чернышев А.Б., Антонов В.Ф., Суюнова Г.Б.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 169 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63140.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Жиганов С.Н. Анализ динамических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жиганов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 202 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72794.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Попов В.П. Теория и анализ систем [Электронный ресурс]/ Попов В.П., Крайнюченко И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 250 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70283.html>.— ЭБС «IPRbooks»