

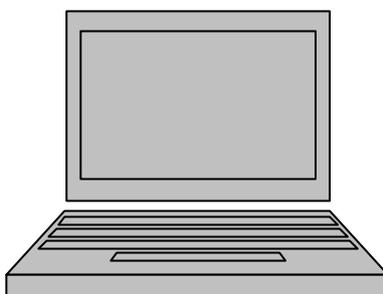
---

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ  
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Методические указания и контрольные задания  
по курсу «Компьютерные информационные технологии»  
для студентов экономических специальностей  
заочной формы обучения.**



**Витебск  
2012**

УДК 004 (07)

Компьютерное организационно-экономическое моделирование. Методические указания и контрольные задания по курсу «Компьютерные информационные технологии» для студентов экономических специальностей заочной формы обучения.

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2012.

Составители:

Шарстнев В.Л.  
Вардомацкая Е.Ю.

Методические указания представляют собой рекомендации и задания для выполнения лабораторных работ и контрольной работы №2 по третьей части курса «Компьютерные информационные технологии» для студентов экономических специальностей заочной формы обучения. В методических указаниях представлены 4 лабораторные работы по основным темам курса, варианты заданий и образец выполнения контрольной работы №2, вопросы для подготовки к экзамену и тестовому контролю знаний.

Методические указания также могут быть использованы студентами других факультетов, магистрантами и аспирантами при изучении соответствующих курсов и для самоподготовки.

Одобрено кафедрой информатики УО «ВГТУ»  
« 22 » ноября 2011 г., протокол № 3

Рецензент

доц. Казаков В.Е.

Редактор

инженер-программист ЦИТ Багрецова Н.А.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «    » \_\_\_\_\_ 2010 г., протокол № \_\_\_\_\_

Ответственный за выпуск

Соколов И.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд.лист \_\_\_\_\_

Ризографическая печать. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Лицензия №02330/10494384 от 06 марта 2009 г.

210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1</b> Технологии расчета и анализа регрессионных моделей в среде ТП MS Excel.....	<b>5</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2</b> Технологии поиска оптимальных решений в среде ТП MS Excel.....	<b>8</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3</b> Технологии расчета и анализа регрессионных моделей в среде СКМ Maple.....	<b>14</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4</b> Технологии поиска оптимальных решений в среде СКМ Maple.....	<b>16</b>
<b>ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №2....</b>	<b>18</b>
<b>ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....</b>	<b>24</b>
<b>ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ</b> по курсу «Компьютерные информационные технологии». Часть 3.....	<b>36</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>38</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>53</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание представляет собой комплекс методических материалов по второй части дисциплины “Компьютерные информационные технологии” для студентов экономических специальностей заочной формы обучения.

Содержание методических указаний соответствует учебной программе курса «Компьютерные информационные технологии» для высших учебных заведений регистрационный №ГД-258/тип. 2007г. для специальностей

- 1 25 01 04 – «Финансы и кредит»,
- 1 25 01 07 – «Экономика и управление на предприятии»,
- 1 25 01 08 – «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»
- 1 25 01 10 – «Коммерческая деятельность»,
- 1 26 02 03 – «Маркетинг»

Учебным планом по этому курсу для заочного (и заочного сокращенного отделения) отводится 95 (94) часов из них аудиторных 16 (12) часов, в том числе лекций – 8 (6) часов и лабораторных работ – 8 (6) часов, и выполнение одной контрольной работы.

В методическом издании отдельными разделами представлены методические указания к выполнению лабораторных работ, варианты заданий контрольной работы №2, образец ее оформления и задания для подготовки к тестовому контролю знаний.

Контроль знаний проводится с помощью экзамена.

При выполнении контрольной работы студент должен соблюдать следующие правила:

- Вариант контрольной работы определяется по последней цифре номера зачетной книжки.
- Контрольная работа выполняется с использованием компьютерных технологий и оформляется на листах формата А4. При этом обязательно оставляются поля для замечаний рецензента.
- Титульный лист оформляется в соответствии с общепринятыми требованиями. Должны быть ясно написаны фамилия студента, его инициалы, учебный номер (шифр), номер группы и адрес студента.
- В конце работы необходимо привести список используемой литературы. Работа должна быть подписана студентом.
- В конце работы следует оставить чистый лист для замечаний рецензента и последующих исправлений.

## Лабораторная работа №1

### ТЕХНОЛОГИИ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ ТП MS EXCEL

**Цель работы:** получить практические навыки построения и анализа корреляционно-регрессионных моделей в среде ТП MS Excel.

#### Ход работы

**Задание 1<sup>1</sup>.** Построить **однофакторную** экономико-математическую модель для предсказания объема реализации одного из продуктов фирмы (см. таблицу 1). Оценить адекватность модели. Выполнить прогноз.

Таблица 1 – Исходные данные

Y	X1	X2	X3	X4	X5
Объем реализации	Время	Расходы на рекламу	Цена	Цена конкурента	Индекс потребительских расходов
126	1	4,00	15,00	17,00	100,00
137	2	4,80	14,80	17,30	98,40
148	3	3,80	15,20	16,80	101,20
191	4	8,70	15,50	16,20	103,50
274	5	8,20	15,50	16,00	104,10
370	6	9,70	16,00	18,00	107,00
432	7	14,70	18,10	20,20	107,40
445	8	18,70	13,00	15,80	108,50
367	9	19,80	15,80	18,20	108,30
367	10	10,60	16,90	16,80	109,20
321	11	8,60	16,30	17,00	110,10
307	12	6,50	16,10	18,30	110,70
331	13	12,60	15,40	16,40	110,30
345	14	6,50	15,70	16,20	111,80
364	15	5,80	16,00	17,70	112,30
384	16	5,70	15,10	16,20	112,90

В качестве зависимой переменной выбрать объем реализации Y.

<sup>1</sup> Условие примера взято из И.В. Орлова ЭММ и М, Выполнение расчетов в среде EXCEL / Практикум: Учебное пособие для вузов.- М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. - 136 с., стр.109

В качестве независимой объясняющей переменной выбрать

- а) расходы на рекламу  $X_2$ ,
- б) индекс потребительских расходов  $X_5$ .

### Выполнение задания

1. Разместить таблицу с исходными данными на рабочем листе Excel.
2. Построить поле корреляции (*Меню Вставка ==> Диаграмма ==> Точечная*)
  - а. для значений переменных  $Y$  и  $X_2$ ;
  - б. для значений переменных  $Y$  и  $X_5$ .
3. Оценить визуально наличие связи между переменными. Учесть, что для экономических процессов и явлений характерны следующие виды связей:

Вид связи	Коэффициент парной корреляции (по модулю)
Сильная	$\geq 0,7$
Средняя	От 0,4 до 0,7
Слабая	$< 0,4$

4. Рассчитать коэффициенты парной корреляции (*мастер функций ==> категория Статистические ==> КОРРЕЛ или Меню Сервис ==> Анализ данных ==> Корреляция*).
5. Сделать вывод о тесноте связи между факторами.
6. Рассчитать линейные регрессионные модели  $Y=f(X_2)$  и  $Y=f(X_5)$  (*мастер функций ==> категория Статистические ==> функция ЛИНЕЙН или Меню Сервис ==> Анализ данных ==> Регрессия*).
7. Записать полученные уравнения регрессии.
8. Оценить адекватность полученных моделей и значимость коэффициентов регрессии по
  - а. коэффициенту детерминированности  $R^2$ ,
  - б. критерию Фишера  $F$  (*функция ФРАСПОБР*),
  - с. критерию Стьюдента  $t$  (*функция СТЬЮДРАСПОБР*).
9. Сделать вывод о возможности прогнозирования значений  $Y$  по полученным уравнениям регрессии.
10. Построить графически
  - а. линейную (полиномиальную),
  - б. экспоненциальную,
  - с. логарифмическую,
  - д. степенную модели.
11. Показать на каждой модели линию тренда, уравнение регрессии и значение коэффициента детерминированности  $R^2$ .
12. Задать новое значение  $x$  и выполнить прогноз.

**Задание 2** . Построить **многофакторную** экономико-математическую модель для предсказания объема реализации одного из продуктов фирмы (см. таблицу 1). Оценить адекватность модели. Выполнить прогноз.

В качестве зависимой переменной выбрать объем реализации  $Y$ .

В качестве независимых объясняющих переменных выбрать время  $X_1$ , расходы на рекламу  $X_2$ , цену  $X_3$ , цену конкурента  $X_4$ , индекс потребительских расходов  $X_5$ .

### **Выполнение задания**

1. Построить матрицу коэффициентов парной корреляции (Меню Сервис ==> Анализ данных ==> Корреляция). Проанализировать тесноту связи между факторами.
2. Учитывая явление мультиколлинеарности, выделить значимые факторы.
3. Рассчитать линейную многофакторную регрессионную модель (Меню Сервис ==> Анализ данных ==> Регрессия).
4. Записать полученное уравнение регрессии.
5. Оценить адекватность полученной модели и значимость коэффициентов регрессии по
  - a. коэффициенту детерминированности  $R^2$ ,
  - b. критерию Фишера  $F$  (функция ФРАСПОБР),
  - c. критерию Стьюдента  $t$  (функция СТЬЮДРАСПОБР).
6. Сделать вывод о возможности прогнозирования значений  $Y$  по полученной модели.
7. Выполнить прогноз значения  $Y$  для новых значений  $X$  (новое значение  $X$  задать самостоятельно).

**Задание 3.** Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем (рекомендуется использовать соответствующий вариант задания 1 контрольной работы №2).

---

---

## Лабораторная работа №2

### ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ ТП MS EXCEL

---

---

**Цель работы:** изучить возможности и получить практические навыки использования утилиты «Поиск решения» ТП MS Excel на примере решения задач линейного программирования.

#### Ход работы

**Задание 1.** Решить задачу оптимизации производственной программы.

Фирма производит три вида продукции (А, В, С). Для выпуска каждого из них требуется определенное время обработки на четырех устройствах (см. таблицу 2).

*Таблица 2 - Исходные данные к заданию 1*

Вид продукции	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.
	I	II	III	IV	
A	1	3	1	2	3
B	6	1	3	3	6
C	3	3	2	4	4

Максимально допустимое время работы на устройствах I, II, III, IV составляет соответственно 84, 42, 21 и 42 часа.

Требуется рассчитать план производства, обеспечивающий максимальную прибыль.

#### Выполнение задания

1. Разместить таблицу с исходными данными на рабочем листе ТП MS Excel (например, так, как показано на рисунке 1).
2. Составить экономико-математическую модель задачи:
  - определить целевую функцию;
  - определить ограничения на ресурсы (время использования оборудования каждого вида);
  - определить ограничения на количество продукции каждого вида.
3. На основании составленной экономико-математической модели выполнить необходимые предварительные расчеты (см. рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Вид продукции	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.	Количество
2		I	II	III	IV		
3	A	1	3	1	2	3	0
4	B	6	1	3	3	6	0
5	C	3	3	2	4	4	0
6						0	
7	Время	0	0	0	0		
8							
9	Ограничения	84	42	21	42		

	A	B	C	D	E	F	G
1	Вид	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.	Колич
2	продукции	I	II	III	IV		
3	A	1	3	1	2	3	0
4	B	6	1	3	3	6	0
5	C	3	3	2	4	4	0
6						=СУММПРОИЗВ(F3:F5;G3:G5)	
7	Время	=СУММПРОИЗВ(B3:B5;\$G\$3:\$G\$5)	=СУММПРОИЗВ(C3:C5;	=СУММПР	=СУММПР		
8							
9	Ограничен	84	42	21	42		

Рисунок 1 – Исходные данные оптимизационной задачи

4. Отыскать решение задачи, приняв следующие условия:

- общая итоговая прибыль (F6) => max;
- количество изделий (G3:G5) – целое и неотрицательное число;
- баланс времени по каждому устройству (B7:E7) <= (B9:E9);
- изменению подлежат: количество изделий (G3:G5).

5. Заполнить окно надстройки «Поиск решения» (меню *Сервис* ==> *Поиск решения*) и получить окончательный вид формулировки задачи (см. рисунок 2).

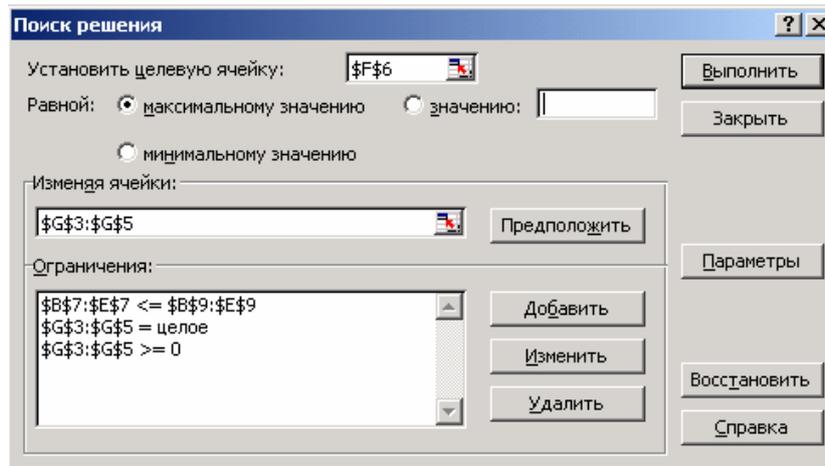


Рисунок 2 – Формулировка задачи в терминах рабочего листа Excel

6. Получить итоговый результат (см. рисунок 3).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Вид продукции	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.	Количество
2		I	II	III	IV		
3	A	1	3	1	2	3	12
4	B	6	1	3	3	6	3
5	C	3	3	2	4	4	0
6						54	
7	Время	30	39	21	33		
8							
9	Ограничения	84	42	21	42		

Рисунок 3 – Результат оптимизации

7. Получить отчет по результатам (см. рисунок 4).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 12.0 Отчет по результатам						
2	Рабочий лист: [К ЛР 4.xls]Лист3						
3	Отчет создан: 24.10.2011 13:23:15						
4							
5							
6	Целевая ячейка (Максимум)						
7	<b>Ячейка</b>	<b>Имя</b>	<b>Исходное значение</b>	<b>Результат</b>			
8	\$F\$6	Прибыль, у.е.	0	54			
9							
10							
11	Изменяемые ячейки						
12	<b>Ячейка</b>	<b>Имя</b>	<b>Исходное значение</b>	<b>Результат</b>			
13	\$G\$3	A Количество	0	12			
14	\$G\$4	B Количество	0	3			
15	\$G\$5	C Количество	0	0			
16							
17							
18	Ограничения						
19	<b>Ячейка</b>	<b>Имя</b>	<b>Значение</b>	<b>Формула</b>	<b>Статус</b>	<b>Разница</b>	
20	\$B\$7	Время I	30	\$B\$7<=\$B\$9	не связан.	54	
21	\$C\$7	Время II	39	\$C\$7<=\$C\$9	не связан.	3	
22	\$D\$7	Время III	21	\$D\$7<=\$D\$9	связанное	0	
23	\$E\$7	Время IV	33	\$E\$7<=\$E\$9	не связан.	9	
24	\$G\$3	A Количество	12	\$G\$3>=0	не связан.	12	
25	\$G\$4	B Количество	3	\$G\$4>=0	не связан.	3	
26	\$G\$5	C Количество	0	\$G\$5>=0	связанное	0	
27	\$G\$3	A Количество	12	\$G\$3=целое	связанное	0	
28	\$G\$4	B Количество	3	\$G\$4=целое	связанное	0	
29	\$G\$5	C Количество	0	\$G\$5=целое	связанное	0	

Рисунок 4– Отчет по результатам

Анализ решения показывает, что все без исключения требования задачи оптимизации выполнены. При этом видно, что для получения максимальной прибыли нецелесообразно выпускать изделие С.

**Задание 2.** Решить задачу оптимизации плана перевозок (транспортная задача).

Фирма имеет 4 фабрики и 5 центров распределения ее товаров. Фабрики располагаются в г.г. Слуцке, Борисове, Молодечно и Бобруйске с производственными возможностями соответственно 200, 150, 225 и 175 единиц продукции ежедневно.

Распределительные центры располагаются в Витебске, Минске Орше, Могилеве и Гомеле с потребностями в 100, 200, 50, 250 и 150 единиц продукции ежедневно соответственно.

Стоимость перевозки единицы продукции с фабрик в пункты распределения приведена в таблице 3.

*Таблица 3 - Исходные данные к заданию 2*

	Витебск	Минск	Орша	Могилев	Гомель	Объемы производства
Слуцк	1,5	2	1,75	2,25	2,25	200
Борисов	2,5	2	1,75	1	1,5	150
Молодечно	2	1,5	1,5	1,75	1,75	225
Бобруйск	2	0,5	1,75	1,75	1,75	175
Потребность	100	200	50	250	150	

Необходимо так спланировать перевозки, чтобы минимизировать суммарные транспортные расходы<sup>2</sup>.

### **Выполнение задания**

1. Разместить исходные данные (стоимости перевозок) и матрицу объемов перевозок на рабочем листе ТП MS Excel (например, так как показано на рисунке 5).
2. Составить экономико-математическую модель задачи:
  - определить целевую функцию;
  - определить ограничения на производственные возможности фабрик – производителей продукции;
  - определить ограничения на спрос потребителей – распределительных центров продукции.
  - определить ограничения на количество распределяемой продукции от каждого производителя к каждому потребителю.
3. На основании составленной экономико-математической модели выполнить необходимые предварительные расчеты (рисунок 6).

---

<sup>2</sup> Данная модель является сбалансированной, т.е. суммарный объем произведенной продукции равен суммарному объему потребностей в ней.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Стоимости перевозок</b>							
2		Витебск	Минск	Орша	Могилев	Гомель		
3	Слуцк	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
4	Борисов	2,5	2	1,75	1	1,5		
5	Молодечно	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
6	Бобруйск	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
7		неизвестные						Объемы производства
8		0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>200</b>
9		0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>150</b>
10		0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>225</b>
11		0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>175</b>
12		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
13	Потребность	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>250</b>	<b>150</b>		
14								
15		Функция цели						
16		<b>0</b>						

*Рисунок 5 – Исходные данные*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Стоимости перевозок</b>							
2		Витебск	Минск	Орша	Могилев	Гомель		
3	Слуцк	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
4	Борисов	2,5	2	1,75	1	1,5		
5	Молодечно	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
6	Бобруйск	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
7		неизвестные						Объемы производства
8		0	0	0	0	0	=СУММ(B8:F8)	200
9		0	0	0	0	0	=СУММ(B9:F9)	150
10		0	0	0	0	0	=СУММ(B10:F10)	225
11		0	0	0	0	0	=СУММ(B11:F11)	175
12		=СУММ(B8:B11)	=СУММ(C8:C11)	=СУММ(D8:D11)	=СУММ(E8:E11)	=СУММ(F8:F11)		
13	Потребность	100	200	50	250	150		
14								
15		Функция цели						
16		=СУММПРОИЗВ(B3:F6;B8:F11)						

*Рисунок 6 – Исходные данные в режиме формул*

4. Отыскать решение задачи, приняв следующие условия:

- общая стоимость перевозок (B16) => min;
- количество распределяемой продукции (B8:F11)– неотрицательное число;
- баланс распределения продукции каждого производителя(G8:G11) = (H8:H11);
- баланс потребности в продукции каждым распределительным центром (B12:F12) = (B13:F13);
- изменению подлежат: количество изделий (G3:G5).

5. В окне утилиты «Поиск решения» получить окончательный вид формулировки задачи (см. рисунок 7).

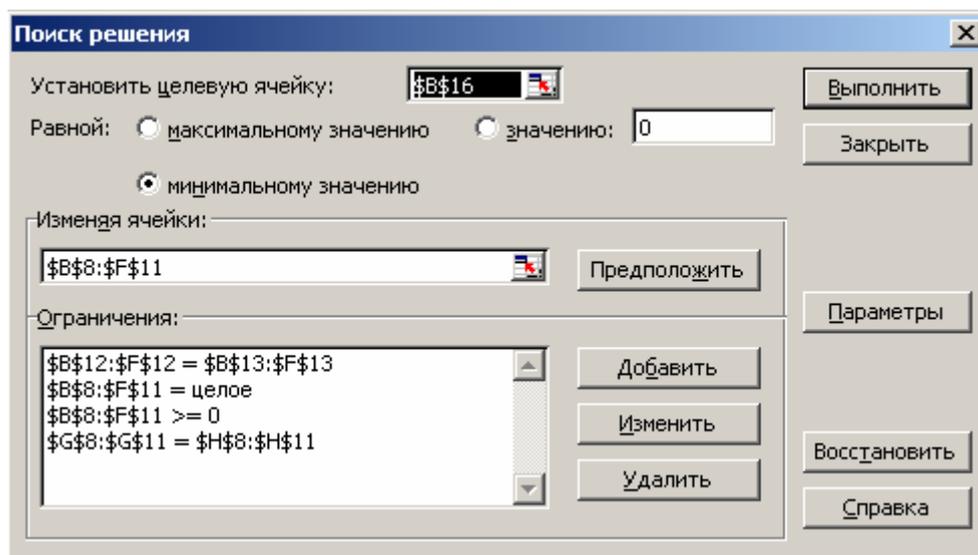


Рисунок 7 – Параметры окна «Поиск решения»

6. Получить оптимальный план, обеспечивающий минимальные затраты на перевозку продукции от производителей к потребителям (рисунок 8).

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	<b>Стоимости перевозок</b>							
2		Витебск	Минск	Орша	Могилев	Гомель		
3	Слуцк	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
4	Борисов	2,5	2	1,75	1	1,5		
5	Молодечно	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
6	Бобруйск	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
7		неизвестные						Объемы производства
8		100	25	50	0	25	200	200
9		0	0	0	150	0	150	150
10		0	0	0	100	125	225	225
11		0	175	0	0	0	175	175
12		100	200	50	250	150		
13	Потребность	100	200	50	250	150		
14								
15		Функция цели						
16		975						

Рисунок 8 – Результаты Поиска решения

7. Сформировать отчет по результатам и проанализировать его.

**Задание 3.** Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем (рекомендуется использовать соответствующий вариант заданий 2а и 2б контрольной работы №2)

---

## Лабораторная работа №3

### ТЕХНОЛОГИИ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ СКМ MAPLE

---

**Цель работы:** получить практические навыки построения и анализа корреляционно-регрессионных моделей в среде СКМ MAPLE.

#### Ход работы

**Задание 1.** Построить однофакторную экономико-математическую модель для предсказания объема реализации одного из продуктов фирмы (см. условие и таблицу 1 с исходными данными к заданию 1 лабораторной работы №1, стр. 5). В качестве зависимой переменной выбрать объем реализации  $Y$ . В качестве независимой объясняющей переменной выбрать

- а) расходы на рекламу  $X_2$ ,
- б) индекс потребительских расходов  $X_5$ .

Оценить адекватность модели. Выполнить прогноз.

#### Выполнение задания

1. Подключить библиотеку Statistics (команда `with(Statistics)`).
2. Оформить типом `statsdata`<sup>3</sup> исходные данные:
  - массив  $x$  – индекс потребительских расходов (или расходы на рекламу),
  - массив  $Y$  – объем реализации.

Исходные данные должны быть отсортированы по возрастанию значений массива  $x$ .

3. Подготовить исходные данные для графического отражения зависимости функции  $Y$  от переменной  $x$  по данным наблюдений (для построения поля корреляции). Для этого можно сгруппировать попарно значения переменных  $x$  и  $Y$  (использовать функцию `zip`).

4. Рассчитать регрессионную модель линейного вида (использовать функцию `> LinearFit`). В уравнении регрессии предусмотреть вывод не менее пяти значащих цифр (использовать функцию `evalf`).

---

<sup>3</sup> Подробнее с форматами и способами использования перечисленных ниже функций можно ознакомиться в материале лекций по курсу КИТ, литературных источниках [1], [2], [3], [5] и справочной системе СКМ Maple.

5. Рассчитать регрессионную модель экспоненциального вида (использовать функцию `ExponentialFit`). В уравнении регрессии предусмотреть вывод не менее пяти значащих цифр (использовать функцию `evalf`)

6. В одной системе координат построить:

- график зависимости функции  $Y$  от переменной  $x$  по данным наблюдений,
- линейный тренд, соответствующий линейной регрессионной модели (п.4);
- экспоненциальный тренд, соответствующий экспоненциальной регрессионной модели (п.5).

(Использовать функции `plot` и `display` библиотеки `plots`).

7. По исходным данным (массивы  $x$  и  $Y$ ) рассчитать коэффициент корреляции и детерминированности (использовать функцию `Correlation` библиотеки `Statistics`).

8. Выполнить прогноз для нового (задан самостоятельно) значения  $x$  (использовать функцию `subs`).

9. Сделать выводы по работе<sup>4</sup>.

## **Задание 2.**

Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем (рекомендуется использовать соответствующий вариант задания 1 контрольной работы №2).

---

<sup>4</sup> Протокол решения типового задания в СКМ Maple приведен в приложениях 1.5, 1.6.

---

---

## Лабораторная работа № 4

### ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ СКМ MAPLE

---

---

**Цель работы:** приобрести практические навыки решения задач линейной оптимизации с помощью библиотек `simplex` и `Optimization` СКМ MAPLE.

#### Ход работы

**Задание 1.** Решить задачу линейного программирования, используя библиотеку `simplex` и библиотеку `Optimization` (см. условие и исходные данные задания 1 лабораторной работы №2, стр. 8).

#### Выполнение задания

##### Использование библиотеки `simplex`

1. На основании условия определить неизвестные и составить экономико-математическую модель задачи.
2. Подключить библиотеку `simplex` (команда `with(simplex)`).
3. В соответствии с экономико-математической моделью определить целевую функцию и систему ограничений.
4. Составить функцию `maximize` в формате

`maximize(F, ogran, NONNEGATIVE);`

где `F` – целевая функция;

`ogran` – система ограничений;

`NONNEGATIVE` – дополнительное ограничение неотрицательности переменных).

5. Проанализировать результаты - значения объемов выпуска продукции, при которых целевая функция (общая прибыль) будет максимальна.
6. При необходимости привести результаты к числовому типу (функция `evalf`).
7. Рассчитать значение целевой функции (функция `subs`).
8. Сделать вывод.

## Использование библиотеки Optimization

1. Подключить библиотеку Optimization командой `with(Optimization)`.
2. В соответствии с экономико-математической моделью определить целевую функцию и систему ограничений.
3. Составить команду `LPSolve` в формате

`LPSolve(func, ogran, assume=nonnegint, maximize);` где

`func` – целевая функция;

`organ` – система ограничений;

`assume = nonnegint` – дополнительное ограничение неотрицательности и целочисленности;

`maximize` – цель оптимизации .

4. Проанализировать результаты - значения объемов выпуска продукции и значение общей прибыли.
5. Сравнить с результатами, полученными при использовании библиотеки `simplex`.
6. Сделать вывод.

**Задание 2.** Решить задачу линейного программирования, используя библиотеку `simplex`. Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем (рекомендуется использовать соответствующий вариант заданий 2а) контрольной работы №2)

**Задание 3.** Решить задачу линейного программирования, используя библиотеку `Optimization`. Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем (рекомендуется использовать соответствующий вариант заданий 2а) контрольной работы №2).

---

---

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №2

по дисциплине

### «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

*для студентов заочной формы обучения  
специальностей «Экономика и управление», «Маркетинг»,  
«Коммерческая деятельность», «Финансы и кредит»  
заочной сокращенной формы обучения специальностей  
«Экономика и управление на предприятии», «Коммерческая  
деятельность»,  
«Бухгалтерский учет, анализ и аудит»*

---

---

#### **Задание 1.**

**Используя компьютерные технологии, провести корреляционно-регрессионный анализ исследуемых экономических показателей и построить регрессионную модель.**

В качестве инструментария исследования использовать:

- функции категории «Статистические» ТП MS Excel,
- инструменты надстройки Пакет Анализа ТП MS Excel,
- встроенные функции библиотеки stats (Statistics) СКМ Maple.

Методика выполнения задания 1 в среде ТП MS Excel изложена в [4, стр.5-9], [5, стр.58-60 ] и [3, стр.19-22], [6, стр.194-215], в среде СКМ Maple в [3, стр.88-89].

#### **Условия задания 1:**

- По выборочным данным исследовать влияние факторов  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  на результативный признак  $Y$ .
- Построить корреляционное поле и сделать предположение о наличии и типе связи между исследуемыми факторами;
- Оценив тесноту связи между исследуемыми факторами, построить многофакторную (однофакторную) линейную регрессионную модель вида  $Y = f(X_1, X_2, X_3)$  или вида  $Y = f(X)$ .
- Оценить:
  - адекватность уравнения регрессии по значению коэффициента детерминированности  $R^2$ ;
  - значимость коэффициентов уравнения регрессии по  $t$ - критерию Стьюдента при заданном уровне доверительной вероятности  $p=0,05$ ;

- степень случайности связи между каждым факторам  $X$  и признаком  $Y$  (критерий Фишера);
- Зависимость между показателями  $X_1, X_2, X_3$  реализованной продукции и балансовой прибылью  $Y$  предприятий одной из отраслей промышленности характеризуется данными, представленными ниже согласно варианту.

#### Вариант 1

$X_1$	2	3	4	3	2	6	5	7	8	12	9
$X_2$	1.2	1.8	2.0	2.5	3.0	3.2	3.5	4.9	5.0	6.2	7.3
$X_3$	1.7	2.2	8.6	1.3	3.4	3.9	4.7	5.8	3.6	6.4	7.2
$Y$	20	75	41	82	106	129	145	180	210	250	262

#### Вариант 2

$X_1$	5.5	10.5	12.6	15.3	16.0	17.2	18.9	19.4	20.1	21.6	22.0
$X_2$	9	10	12	13	15	17	19	21	25	27	29
$X_3$	1.2	1.8	2.0	2.5	3.0	3.2	3.5	4.9	5.0	6.2	7.3
$Y$	20	25	34	30	36	37	40	46	58	69	80

#### Вариант 3

$X_1$	1.2	2.8	3.4	4.6	5.2	6.4	7.8	8.3	9.1	9.9	10.5
$X_2$	1.2	1.8	2.0	2.5	3.0	3.2	3.5	4.9	5.0	6.2	7.3
$X_3$	2	3	4	3	2	6	5	7	8	12	9
$Y$	20	50	57	63	22	75	60	81	87	102	95

- Зависимость между показателями  $X_1, X_2, X_3$  основных фондов и объемом валовой продукции  $Y$  предприятия одной из отраслей промышленности характеризуется следующими данными:

#### Вариант 4

$X_1$	1.1	2.3	3.5	4.1	5.7	6.6	7.3	8.5	9.8	10.1	12.0
$X_2$	1.2	2.8	3.4	4.6	5.2	6.4	7.8	8.3	9.1	9.9	10.5
$X_3$	1.4	2.6	3.2	4.8	5.6	6.3	7.7	8.1	9.5	10.2	11.3
$Y$	20	25	31	32	40	56	52	60	61	70	75

#### Вариант 5

$X_1$	1.5	2.6	3.5	4.8	5.9	6.3	7.2	8.9	9.5	11.1	15.0
$X_2$	10.2	15.3	18.4	20.5	24.7	25.6	27.3	28.3	29.6	30.1	31.0
$X_3$	1.1	2.3	3.5	4.1	5.7	6.6	7.3	8.5	9.8	10.1	12.0
$Y$	21	26	30	31	39	54	51	63	65	72	78

#### Вариант 6

$X_1$	1.4	2.6	3.2	4.8	5.6	6.3	7.7	8.1	9.5	10.2	11.3
$X_2$	1.1	2.3	3.5	4.1	5.7	6.6	7.3	8.5	9.8	10.1	12.0

$X_3$	1.5	2.6	3.5	4.8	5.9	6.3	7.2	8.9	9.5	11.1	15.0
$Y$	30	35	41	43	50	61	68	73	79	81	93

### Вариант 7

$X_1$	25	30	32	37	41	53	59	63	71	69	80
$X_2$	11.4	16.8	17.2	21.5	25.8	27.9	28.4	30.1	31.6	34.8	37.2
$X_3$	1.2	2.8	3.4	4.6	5.2	6.4	7.8	8.3	9.1	9.9	10.5
$Y$	25	30	32	37	41	53	59	63	71	69	80

- Зависимость между показателями  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  располагаемого дохода и объемом частного потребления  $Y$  в определенном периоде одной из стран характеризуется данными, представленными ниже:

### Вариант 8

$X_1$	7.0	7.9	8.2	8.9	9.4	9.9	10.7	11.2	12.1	15.7	16.0
$X_2$	5.5	10.5	12.6	15.3	16.0	17.2	18.9	19.4	20.1	21.6	22.0
$X_3$	10.2	15.3	18.4	20.5	24.7	25.6	27.3	28.3	29.6	30.1	31.0
$Y$	11.4	16.8	17.2	21.5	25.8	27.9	28.4	30.1	31.6	34.8	37.2

### Вариант 9

$X_1$	5.5	10.5	12.6	15.3	16.0	17.2	18.9	19.4	20.1	21.6	22.0
$X_2$	1.5	2.6	3.5	4.8	5.9	6.3	7.2	8.9	9.5	11.1	15.0
$X_3$	9	10	12	13	15	17	19	21	25	27	29
$Y$	13	15	14	17	16	19	20	22	28	30	32

### Вариант 10

$X_1$	9	10	12	13	15	16	18	21	25	27	30
$X_2$	1.2	2.8	3.4	4.6	5.2	6.4	7.8	8.3	9.1	9.9	10.5
$X_3$	5.5	10.5	12.6	15.3	16.0	17.2	18.9	19.4	20.1	21.6	22.0
$Y$	7.5	7.9	9.3	10.6	13.6	15.2	17.8	16.3	17.9	18.9	21.6

### Задание 2.

Используя компьютерные технологии, решить задачи линейного программирования.

#### а) Задача оптимального планирования производства

**Условие задания 2а):** Для производства двух видов изделий А и В используется три типа технологического оборудования. На производство единицы изделия А оборудование первого типа используется  $a_1$  часов, оборудование второго типа –  $a_2$  часов, оборудование третьего типа –  $a_3$  часов. На производство единицы изделия В оборудование первого типа используется  $b_1$  часов, оборудование второго типа –  $b_2$  часов, оборудование третьего типа –  $b_3$  часов.

На изготовление всех изделий администрация предприятия может предоставить оборудование первого типа не более чем на  $t_1$  часов,

оборудование второго типа не более чем на  $t_2$  часов, оборудование третьего типа не более чем на  $t_3$  часов. Прибыль от реализации единицы готового изделия А составляет  $\alpha$  руб., а изделия В –  $\beta$  руб.

Составить план производства изделий А и В, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

В качестве инструментария решения использовать:

- надстройку «Поиск решения» ТП MS Excel,
- библиотеки simplex и Optimization СКМ Maple

Методика выполнения задания 2а) в среде ТП MS Excel изложена в [5, стр.75-78], [4, стр.14-16 ] и [3, стр.39-41], в среде СКМ Maple в [3,стр.99-100])

Варианты заданий приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Варианты заданий

Вариант	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$\alpha$	$\beta$
1	5	3	2	2	3	3	505	393	348	7	4
2	7	6	1	3	3	2	1365	1245	650	6	5
3	6	4	3	2	3	4	600	520	600	6	3
4	5	4	3	3	3	4	750	630	700	5	6
5	8	6	3	2	3	2	840	870	560	6	2
6	3	3	2	2	3	5	273	300	380	4	5
7	2	3	3	1	6	7	438	747	812	7	5
8	4	3	2	3	4	6	480	444	546	2	4
9	4	3	3	3	4	5	480	393	450	6	5
10	2	3	1	3	6	9	420	671	671	3	8

#### б) Задача оптимизации плана перевозок (транспортная задача)

**Условие задания 2б):** Имеются  $n$  пунктов производства и  $m$  пунктов распределения продукции. Стоимость перевозки единицы продукции с  $i$ -го пункта производства в  $j$ -й центр распределения  $c_{ij}$  приведена в таблице, где под строкой понимается пункт производства, а под столбцом – пункт распределения. Кроме того, в этой таблице в  $i$ -той строке указан объем производства в  $i$ -м пункте производства, а в  $j$ -м столбце указан спрос в  $j$ -м центре распределения. Необходимо составить план перевозок по доставке требуемой продукции в пункты распределения, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Номер таблицы с исходными данными соответствует номеру варианта.

В качестве инструментария решения использовать: (на выбор из перечисленных ниже):

- надстройку «Поиск решения» ТП MS Excel,
- библиотеку simplex СКМ Maple,
- библиотеку Optimization СКМ Maple.

Методика выполнения задания 2б) в среде ТП MS Excel изложена в [5, стр.78-82] и [3, стр.42-45], в среде СКМ Maple – в конспекте лекций.

### Вариант 1

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	1	3	4	5	20
	5	2	10	3	30
	3	2	1	4	50
	6	4	2	6	20
Объемы потребления	30	20	60	10	

### Вариант 2

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	2	7	7	6	20
	1	1	1	2	50
	5	5	3	1	10
	2	8	1	4	20
	3	2	1	5	10
Объемы потребления	40	30	20	20	

### Вариант 3

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	6	3	4	5	20
	5	2	3	3	70
	3	4	2	4	50
	5	6	2	7	30
Объемы потребления	40	30	80	20	

### Вариант 4

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	5	1	7	6	30
	1	5	8	1	40
	5	6	3	3	10
	2	5	1	4	20
	3	7	9	1	10
Объемы потребления	20	40	30	20	

### Вариант 5

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	3	9	4	5	40
	1	8	5	3	10
	7	2	1	4	30
	2	4	10	6	20
Объемы потребления	50	10	30	10	

**Вариант 6**

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	6	1	3	1	20
	3	4	5	8	30
	5	9	3	2	20
	2	4	8	4	20
	3	2	1	5	30
Объемы потребления	50	30	20	20	

**Вариант 7**

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	5	9	4	5	30
	1	5	5	6	20
	2	2	10	4	30
	3	7	2	6	40
Объемы потребления	20	50	20	30	

**Вариант 8**

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	7	1	3	2	30
	8	4	5	8	20
	5	2	3	7	10
	5	5	8	4	30
	1	9	7	5	30
Объемы потребления	20	40	50	10	

**Вариант 9**

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	7	9	1	5	30
	2	7	5	6	30
	3	5	10	8	40
	3	7	4	5	40
Объемы потребления	40	30	30	40	

**Вариант 10**

Стоимость перевозки единицы продукции					Объемы производства
	5	9	3	10	20
	3	10	5	9	30
	7	2	3	8	20
	8	5	11	2	20
	5	9	10	5	20
Объемы потребления	60	10	30	10	

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Задание 1. Используя компьютерные технологии, провести корреляционно-регрессионный анализ исследуемых экономических показателей и построить регрессионную модель.**

В качестве инструментария исследования использовать:

- функции категории «Статистические» ТП MS Excel,
- инструменты надстройки «Пакет Анализа» ТП MS Excel,
- встроенные функции библиотеки stats (Statistics) СКМ Maple.

### Условие задания 1:

Зависимость между показателями  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  располагаемого дохода и объемом частного потребления  $Y$  в определенном периоде одной из стран характеризуется данными, представленными ниже:

$X_1$	9	10	12	13	15	17	19	21	25	27	29
$X_2$	1.2	2.8	3.4	4.6	5.2	6.4	7.8	8.3	9.1	9.9	10.5
$X_3$	5.5	10.5	12.6	15.3	16.0	17.2	18.9	19.4	20.1	21.6	22.0
$Y$	7.1	7.9	8.3	10.6	13.6	15.2	17.8	16.3	17.9	18.9	20.6

- По выборочным данным исследовать влияние факторов  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  на результативный признак  $Y$ .
- Построить корреляционное поле и сделать предположение о наличии и типе связи между исследуемыми факторами;
- Оценив тесноту связи между исследуемыми факторами, построить многофакторную (однофакторную) *линейную* регрессионную модель вида  $Y=f(X_1, X_2, X_3)$  или вида  $Y=f(X)$ .
- Оценить:
  - адекватность уравнения регрессии по значению коэффициента детерминированности  $R^2$ ;
  - значимость коэффициентов уравнения регрессии по t- критерию Стьюдента при заданном уровне доверительной вероятности  $p=0,05$ ;
  - степень случайности связи между каждым фактором  $X$  и признаком  $Y$  (критерий Фишера);

### Решение задания 1 в среде ТП MS Excel

Решение задания 1 предполагает:

1. Построение корреляционного поля.
2. Построение и анализ матрицы коэффициентов парной корреляции.
3. Построение и анализ однофакторной регрессионной модели линейного вида средствами встроенных функций ТП MS Excel.
4. Построение и анализ однофакторной регрессионной модели линейного вида средствами надстройки «Пакет анализа».
5. Построение и анализ однофакторной регрессионной модели линейного

вида средствами встроенных функций библиотеки stats (Statistics) СКМ Maple.

## 6. Выводы.

### 1. Построение корреляционного поля

Разместим таблицу с исходными данными в ячейках A3:D14 рабочего листа Excel, как показано в приложении 1.1.

Используя возможности мастера диаграмм ТП MS Excel, построим корреляционное поле, то есть представим графически связь между результирующим признаком Y и каждым из факторов x (см. Приложение 1.1-1.2). Из графиков (выбран тип диаграммы «Точечная») видно, что между результирующим признаком Y и каждым из факторов x существует прямо пропорциональная зависимость, приближающаяся к линейной.

Далее исследуем тесноту и характер связи между факторами.

### 2. Построение матрицы коэффициентов парной корреляции

Используя надстройку «Пакет анализа» ТП MS Excel (Сервис ==> Анализ данных ==> Корреляция), построим матрицу коэффициентов парной корреляции (см. Приложение 1.1 ячейки O6:S10). Окно инструмента «Корреляция» представлено на рисунке 9. Матрица коэффициентов парной корреляции представлена на рисунке 10.

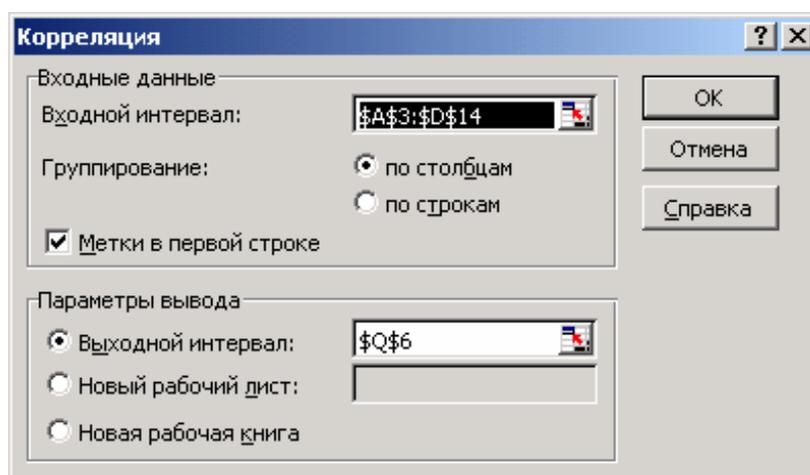


Рисунок 9 – Окно «Корреляция»

	Y	X1	X2	X3
Y	1			
X1	0,95047	1		
X2	0,97891	0,97803	1	
X3	0,94362	0,91268	0,969829	1

Рисунок 10– Матрица коэффициентов парной корреляции

Из этой матрицы видно, что все рассматриваемые факторы X1-X3 имеют тесную связь с результирующим признаком Y. Кроме того, все факторы X между

собой мультиколлинеарны. Поэтому построение многофакторной модели вида  $Y=f(X_1, X_2, X_3)$  невозможно. Модель сводится к *однофакторной* вида  $Y=f(x_3)$ , так как при менее тесной связи  $X_3$  и  $Y$  (по сравнению с факторами  $X_2$  и  $X_1$ ), влияние факторов  $X_1$  и  $X_2$  на фактор  $X_3$  наименьшее.

### 3. Построение однофакторной регрессионной модели вида $Y=f(X_3)$ линейного вида средствами встроенных функций ТП MS Excel.

Для построения однофакторной модели *линейного вида*  $Y=m \cdot x+b$  воспользуемся функцией ЛИНЕЙН из категории статистических функций ТП MS Excel. В ячейки N53:O57 с помощью мастера функций введем, как формулу массива, функцию ЛИНЕЙН в следующем формате =ЛИНЕЙН(A4:A14;B4:B14;1;1) (см приложение 1.2). В результате получим массив значений, верхняя строка которого представляет собой коэффициенты уравнения регрессии  $m$  и  $b$  (рис.3):

	$m$	$b$
	N	O
53	0,89799	-0,60273
54	0,105	1,78348
55	0,89042	1,68419
56	73,1354	9
57	207,448	25,5284

Рисунок 11– Результаты, возвращенные функцией ЛИНЕЙН

Таким образом, уравнение регрессии, устанавливающее зависимость между одним из показателей располагаемого дохода  $X$  и объемом частного потребления  $Y$  имеет вид

$$Y(X_3) = 0,898 \cdot x_3 - 0,603$$

Выполним анализ полученного уравнения регрессии (приложение 1.2):

а) коэффициент детерминированности  $R^2=0.89$  (ячейка N55), то есть 89% вариации результативного признака  $Y$  – объема частного потребления – определяется изменением фактора  $x_3$ .

б) значимость коэффициентов уравнения регрессии определяется по  $t$ -критерию Стьюдента. Расчетное значение критерия Стьюдента для параметра  $X_3$   $t_p = 8,55$  (ячейка N60, формула =N53/N54 приложение 1.2), что больше табличного  $t_t=2,26$  (функция =СТЮДРАСПОБР(0,05;O56) приложение 1.2). То есть коэффициент при переменной  $x_3$  значим.

в) Расчетное значение критерия Фишера  $F_p=73,153$  (ячейка N56) больше табличного  $F_t=5,117$  (ячейка O12, формула =ФРАСПОБР(0,05;1;O56) приложение 1.2). То есть связь между факторами не случайна и в целом уравнение регрессии адекватно.

На корреляционном поле покажем линию тренда и параметры регрессионной модели: щелчком правой кнопки мыши по любой точке данных на корреляционном поле вызовем контекстно-зависимое меню ==> Добавить линию тренда.

#### 4. Построение линейной однофакторной регрессионной модели $Y=f(X_1)$ средствами надстройки «Пакет анализа»

Используя надстройку «Пакет анализа» ТП MS Excel (Сервис ==> Анализ данных ==> Регрессия), рассчитаем линейную регрессионную модель вида  $Y=f(x_3)$ . Окно «Регрессия» представлено на рисунке 12.

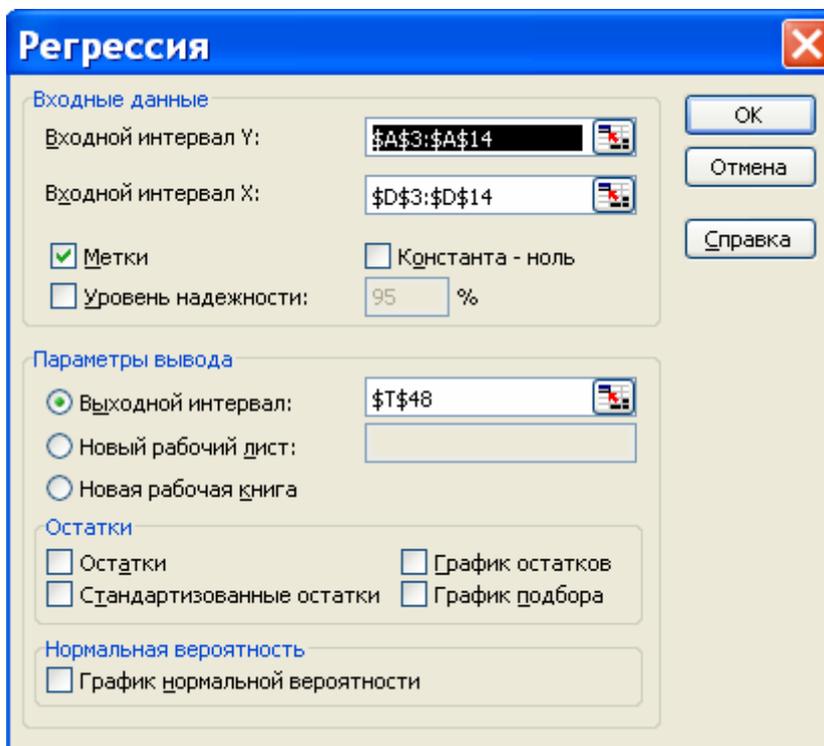


Рисунок 12 – Окно «Регрессия»

Результаты регрессионного анализа (ячейки T48:AB65 приложения 1.3) представлены в виде трех таблиц.

Первая таблица (рис.13) – «Регрессионная статистика» (ячейки T50:U55 приложения 1.3) позволяет оценить тесноту связи между факторами и уровень стандартной ошибки).

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,94362323
R-квадрат	<b>0,89042479</b>
Нормированный R-квадрат	0,87824977
Стандартная ошибка	1,684189
Наблюдения	11

Рисунок 13 – Таблица «Регрессионная статистика»

Вторая таблица (рис.14) – «Дисперсионный анализ» (ячейки T57:Y1 приложения 1.3) на основании критерия Фишера, остаточной и регрессионной суммы квадратов позволяет оценить адекватность уравнения регрессии в целом.

Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	1	207,4479303	207,4479303	<b>73,13537</b>	1,29E-05
Остаток	9	25,52843336	2,836492596		
Итого	10	232,9763636			

Рисунок 14 – Таблица «Дисперсионный анализ»

В третьей таблице (рис.15) – «Регрессионная модель» представлены значения коэффициентов уравнения регрессии (ячейки U64:U65 приложения 1.3), критерий Стьюдента (ячейки W64:W65) и уровень значимости  $p$  (ячейки X64:X65).

	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
63									
		<i>Коэффициент</i>	<i>стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>нижние 95%</i>	<i>верхние 95%</i>	<i>нижние 95,0%</i>	<i>верхние 95,0%</i>
64	Y-пересечение	-0,602727735	1,783483271	-0,337949755	0,74315	-4,63725	3,431792	-4,63725	3,431792
65	X3	0,897989978	0,105004464	8,551921898	1,29E-05	0,660453	1,135527	0,660453	1,135527

Рисунок 15 – Таблица «Регрессионная модель»

Таким образом, результаты расчета, проведенного с помощью надстройки «Пакет анализа», полностью совпадают с результатами, возвращенными функцией ЛИНЕЙН и в дополнительных комментариях не нуждаются.

Для выполнения прогноза нового значения  $Y$  следует в уравнение регрессии подставить новое значение  $x$  (см. приложение 1.1). Если новое значение  $x$  разместить в ячейке D15, то формула для расчета в терминах ячеек рабочего листа Excel будет иметь вид: =N53\*D15+O53 ==> 21,8 усл. ден.ед..

В приложении 1.4 – приведено решение задания 1 в режиме формул рабочего листа ТП MS Excel.

## 6. Построение и анализ однофакторной регрессионной модели линейного вида средствами встроенных функций библиотеки stats (Statistics) СКМ Maple.

Протокол работы в СКМ Maple с пояснениями приведен в приложениях 1.5 - 1.6<sup>5</sup>.

7. **Вывод:** построенная модель  $Y(X3) = 0,898x3 - 0,603$  отвечает условиям адекватности:

коэффициент детерминированности  $R^2=0.89$ ;

критерий Фишера  $F=73.13$  ( $F_p=73,13 > F_t=5,117$ )

критерий Стьюдента коэффициента уравнения регрессии  $X3 = 8,55$  ( $t_p=8,55 > t_t=2.26$ ) коэффициент уравнения регрессии значим.

Полное решение задания 1 приведено в Приложениях 1.1 – 1.5.

<sup>5</sup> В контрольной работе достаточно представить один вариант решения: либо используя библиотеку stats, либо используя библиотеку Statistics.

## **Задание 2. Используя компьютерные технологии, решить задачи линейного программирования.**

### **а) Задача оптимального планирования производства**

**Условие задания 2а):** Для производства двух видов изделий А и В используется три типа технологического оборудования. На производство единицы изделия А оборудование первого типа используется  $a_1$  часов, оборудование второго типа –  $a_2$  часов, оборудование третьего типа –  $a_3$  часов. На производство единицы изделия В оборудование первого типа используется  $b_1$  часов, оборудование второго типа –  $b_2$  часов, оборудование третьего типа –  $b_3$  часов.

На изготовление всех изделий администрация предприятия может предоставить оборудование первого типа не более чем на  $t_1$  часов, оборудование второго типа не более чем на  $t_2$  часов, оборудование третьего типа не более чем на  $t_3$  часов. Прибыль от реализации единицы готового изделия А составляет  $\alpha$  руб., а изделия В –  $\beta$  руб.

Составить план производства изделий А и В, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

В качестве инструментария решения использовать:

- надстройку «Поиск решения» ТП MS Excel,
- библиотеки Simplex и Optimization СКМ Maple

Условие задания приведено в таблице 5.

*Таблица 5 - Условие задания*

$a_1$	$a_2$	$a_3$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$\alpha$	$\beta$
2	3	2	3	6	8	428	672	672	3	8

Решение задания 2 в среде ТП MS Excel предполагает:

1. Математическую постановку задачи.
2. Размещение на рабочем листе ТП MS Excel исходных данных, расчет значений ограничений, расчет значения целевой функции.
3. Формулировка математической модели задачи в терминах ячеек рабочего листа ТП MS Excel.
4. Поиск оптимального решения поставленной задачи средствами надстройки «Поиск решения».
5. Анализ результатов.

**Решение задания 2а** (см. приложения 2.1 - 2.3)

#### **1. Математическая постановка задачи**

Обозначим через  $x_1$  – количество изделий вида А;

$x_2$  – количество изделий вида В.

Математическая модель задачи имеет вид:

Целевая функция:  $F = 3x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$

Система ограничений:

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 428 \\ 3x_1 + 6x_2 \leq 672 \\ 2x_1 + 8x_2 \leq 672 \\ x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целое} \end{cases}$$

## 2. Размещение данных на рабочем листе ТП MS Excel

Разместим исходные данные в ячейках A3:F6 рабочего листа ТП MS Excel как показано на рисунке 16.

	A	B	C	D	E	F
2						
3	<b>Вид продукции</b>	<b>Время обработки, ч.</b>			<b>Прибыль, у.е.</b>	<b>Количество</b>
4		I	II	III		
5	A	2	3	2	3	0
6	B	3	6	8	8	0
7					<b>=E5*F5+E6*F6</b>	
8	Время	<b>=B5*\$F\$5+B6*\$F\$6</b>	<b>=C5*\$F\$5+C6*\$F\$6</b>	<b>=D5*\$F\$5+D6*\$F\$6</b>		
9						
10	Ограничения	<b>428</b>	<b>672</b>	<b>672</b>		

Рисунок 16 – Исходные данные к задаче

В ячейки F5: F6 внесем начальное значение параметров  $x_1$  и  $x_2$  (примем их равными нулю).

В ячейки B10:D10 внесем значения ограничений на использование оборудования каждого вида 428, 672 и 672 соответственно.

В ячейках B8:D8 рассчитаем значения ограничений на использование оборудования каждого вида соответственно:

В ячейке B8  $=B5*\$F\$5+B6*\$F\$6$ .

В ячейке C8  $=C5*\$F\$5+C6*\$F\$6$ .

В ячейке D8  $=D5*\$F\$5+D6*\$F\$6$ .

В ячейке E7 рассчитаем значение целевой функции  $=E5*F5+E6*F6$ .

## 3. Формулировка математической модели задачи в терминах ячеек рабочего листа ТП MS Excel

Целевая функция: ячейка E7  $\rightarrow \max$

Система ограничений:

$$\begin{cases} B8 \leq B9 \\ C8 \leq C9 \\ D8 \leq D9 \\ F5: F6 \geq 0, F5: F6 - \text{целое} \end{cases}$$

Таким образом, в терминах ячеек рабочего листа ТП MS Excel математическая модели задачи может быть сформулирована следующим образом:

добиться максимального значения в ячейке E7, изменяя значения ячеек F5: F6 так, чтобы значения в ячейках B8:D8 были бы не больше значений в ячейках B9:D9 при неотрицательных и целых значениях в ячейках F5:F6.

#### 4. Поиск оптимального решения

Окно надстройки «Поиск решения» (Сервис→Поиск решения) с постановкой задачи в терминах ячеек рабочего листа Excel приведено ниже:

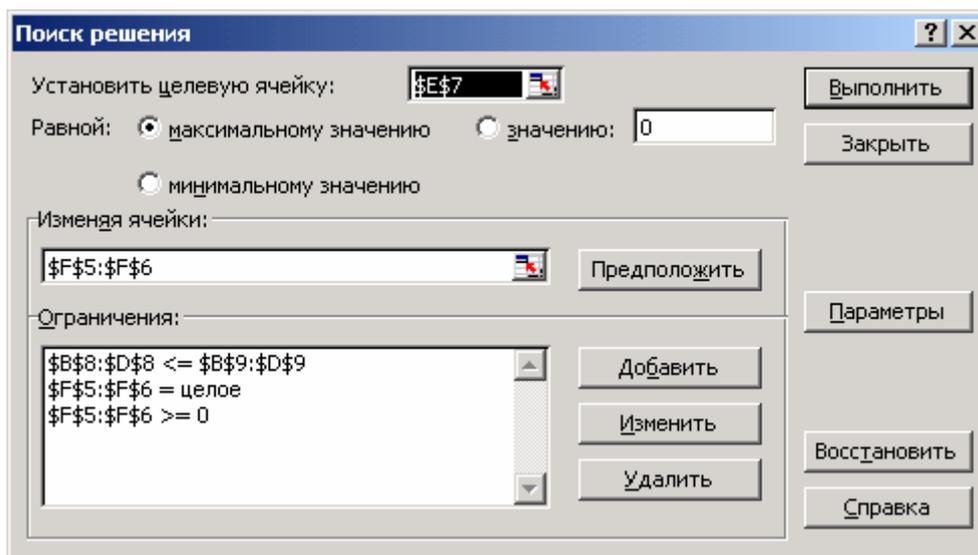


Рисунок 17 – Окно надстройки «Поиск решения»

Решение задания 3 средствами ТП MS Excel в режиме значений и в режиме формул приведено в Приложениях 2.1-2.3.

#### 5. Анализ результатов

**Вывод:** В результате оптимизации получено:

максимальная прибыль в размере 784 у.е. будет получена при производстве 112 шт. изделий вида В и 56 шт. изделия вида А.

время использования оборудования каждого вида при оптимальном плане составит 392, 672 и 672 час. соответственно.

Результаты оптимизации можно посмотреть в Отчете по результатам (Приложение 2.3), сформированном «Поиском решения».

Решение и пояснения к решению задания 2 в среде СКМ Maple приведены в Приложении 2.4.

## б) Задача оптимизации плана перевозок (транспортная задача)

**Условие задания 2б):** Имеются  $n$  пунктов производства и  $m$  пунктов распределения продукции. Стоимость перевозки единицы продукции с  $i$ -го пункта производства в  $j$ -й центр распределения  $c_{ij}$  приведена в таблице, где под строкой понимается пункт производства, а под столбцом – пункт распределения. Кроме того, в этой таблице в  $i$ -той строке указан объем производства в  $i$ -м пункте производства, а в  $j$ -м столбце указан спрос в  $j$ -м центре распределения. Необходимо составить план перевозок по доставке требуемой продукции в пункты распределения, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Номер таблицы с исходными данными соответствует номеру варианта.

В качестве инструментария решения использовать: (на выбор из перечисленных ниже):

- надстройку «Поиск решения» ТП MS Excel,
- библиотеку simplex СКМ Maple,
- библиотеку Optimization СКМ Maple.

	Стоимость перевозки единицы продукции				Объемы производства
	5	9	3	10	
5	3	10	5	9	10
7	7	2	3	8	30
8	8	5	11	2	20
5	5	9	10	5	20
Объемы потребления	50	10	30	10	

**Решение задания 2б)** (Решение в среде ТП MS Excel приведено в приложении 2.5 – 2.6).

### 1. Математическая постановка задачи

Обозначим через  $x_{ij}$  – объемы перевозок от  $i$ -го поставщика  $j$ -му потребителю.

Математическая модель задачи имеет вид:

- Целевая функция (стоимость перевозок):

$$F = 5x_{11} + 9x_{12} + 3x_{13} + 10x_{14} + 3x_{21} + 10x_{22} + 5x_{23} + 9x_{24} + 7x_{31} + 2x_{32} + 3x_{33} + 8x_{34} + 8x_{41} + 5x_{42} + 11x_{43} + 2x_{44} + 5x_{51} + 9x_{52} + 10x_{53} + 5x_{54} \rightarrow \min$$

- Система ограничений на объемы производства:

$$\begin{cases} 5x_{11} + 9x_{12} + 3x_{13} + 10x_{14} = 10 \\ 3x_{21} + 10x_{22} + 5x_{23} + 9x_{24} = 30 \\ 7x_{31} + 2x_{32} + 3x_{33} + 8x_{34} = 20 \\ 8x_{41} + 5x_{42} + 11x_{43} + 2x_{44} = 20 \\ 5x_{51} + 9x_{52} + 10x_{53} + 5x_{54} = 20 \end{cases}$$

- Система ограничений на объемы потребления:

$$\begin{cases} 5x_{11} + 3x_{21} + 7x_{31} + 8x_{41} + 5x_{51} = 50 \\ 9x_{12} + 10x_{22} + 2x_{32} + 5x_{42} + 9x_{52} = 10 \\ 3x_{13} + 5x_{23} + 3x_{33} + 11x_{43} + 10x_{53} = 30 \\ 10x_{14} + 9x_{24} + 8x_{34} + 2x_{44} + 5x_{54} = 10 \end{cases}$$

- Ограничения целочисленности и неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{ij} \text{ - целое}$$

## 2. Размещение данных на рабочем листе ТП MS Excel

- Разместим исходные данные в ячейках В3 : Е7, как показано на рис.18, 19.
- Отведем ячейки В12:Е16 под значения неизвестных (объемов перевозок).
- Введем в ячейки G12:G16 объемы производства на фабриках.
- Введем в ячейки В18:Е18 потребность в продукции в пунктах распределения.
- В ячейку В21 (рис.19) введем функцию цели:  
= СУММПРОИЗВ(В3:Е7;В12:Е16).
- В ячейки F12:F16 (рис.19) введем формулы, вычисляющие объемы производства на фабриках, в ячейки В17:Е17 – объемы доставляемой продукции в пункты распределения.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Стоимости перевозок</b>						
2		Стоимость перевозки единицы продукции					
3		5	9	3	10		
4		3	10	5	9		
5		7	2	3	8		
6		8	5	11	2		
7		5	9	10	5		
8							
9							
10	<b>неизвестные</b>						
11		Объемы перевозок продукции					<b>Объемы производства</b>
12		0	0	0	0	0	10
13		0	0	0	0	0	30
14		0	0	0	0	0	20
15		0	0	0	0	0	20
16		0	0	0	0	0	20
17		0	0	0	0		
18	<b>Объемы потребления</b>	50	10	30	10		
19							
20		<b>Функция цели</b>					
21		0					

Рисунок 18 – Исходные данные

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Стоимости перевозок</b>						
2		Стоимость перевозки единицы продукции					
3	5	9	3	10			
4	3	10	5	9			
5	7	2	3	8			
6	8	5	11	2			
7	5	9	10	5			
8							
9							
10	<b>неизвестные</b>						
11		Объемы перевозок продукции					Объемы производст ва
12	0	0	0	0	=СУММ(B12:E12)	10	
13	0	0	0	0	=СУММ(B13:E13)	30	
14	0	0	0	0	=СУММ(B14:E14)	20	
15	0	0	0	0	=СУММ(B15:E15)	20	
16	0	0	0	0	=СУММ(B16:E16)	20	
17	=СУММ(B12:B16)	=СУММ(C12:C16)	=СУММ(D12:D16)	=СУММ(E12:E16)			
18	<b>Объемы потребления</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>10</b>		
19							
20		<b>Функция цели</b>					
21		=СУММПРОИЗВ(B3:E7;B12:E16)					

Рисунок 19– Исходные данные в режиме формул

3. Постановка задачи в терминах рабочего листа Excel для использования утилиты «Поиск решения».

В окне утилиты «Поиск решения» зададим целевую ячейку, изменяемые ячейки и ограничения (см. рис.20).

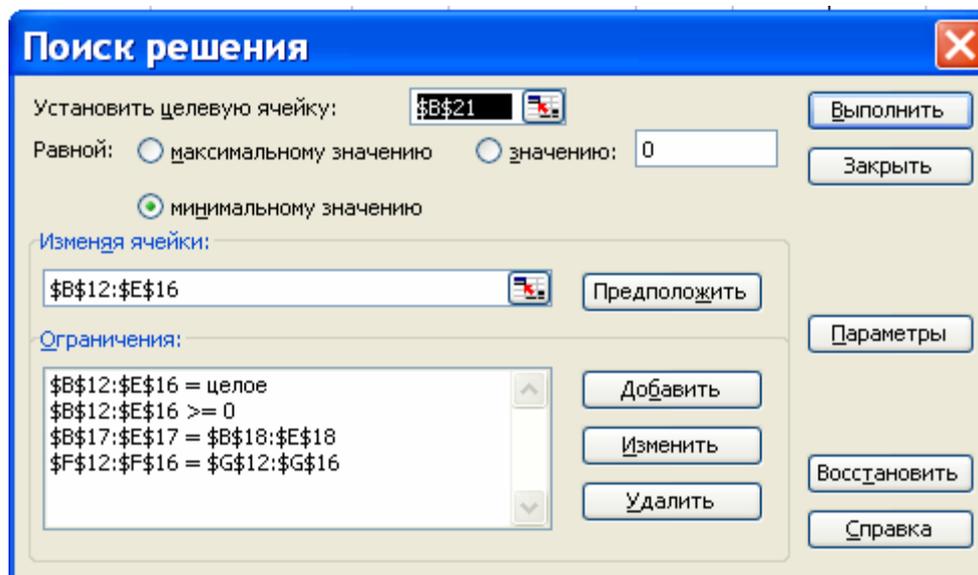


Рисунок 20 – Параметры окна «Поиск решения»

Оптимальный план, обеспечивающий минимальные затраты на перевозку продукции от производителей к потребителям, найденный с помощью утилиты «Поиск решения», представлен на рис. 21.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Стоимости перевозок</b>						
2		Стоимость перевозки единицы продукции					
3		5	9	3	10		
4		3	10	5	9		
5		7	2	3	8		
6		8	5	11	2		
7		5	9	10	5		
8							
9							
10	<b>неизвестные</b>						
11		Объемы перевозок продукции					<b>Объемы производства</b>
12		0	0	10	0	<b>10</b>	<b>10</b>
13		30	0	0	0	<b>30</b>	<b>30</b>
14		0	0	20	0	<b>20</b>	<b>20</b>
15		0	10	0	10	<b>20</b>	<b>20</b>
16		20	0	0	0	<b>20</b>	<b>20</b>
17		<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>10</b>		
18	<b>Объемы потребления</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>10</b>		
19							
20		<b>Функция цели</b>					
21		350					

*Рисунок 21 – Результаты «Поиска решения»*

Вывод: Все условия и ограничения выполнены. Минимальная стоимость перевозок груза от поставщиков к потребителям составляет 350 ден.ед. при плане перевозок, представленном на рис. 21.

---

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

по курсу

### КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ часть 3

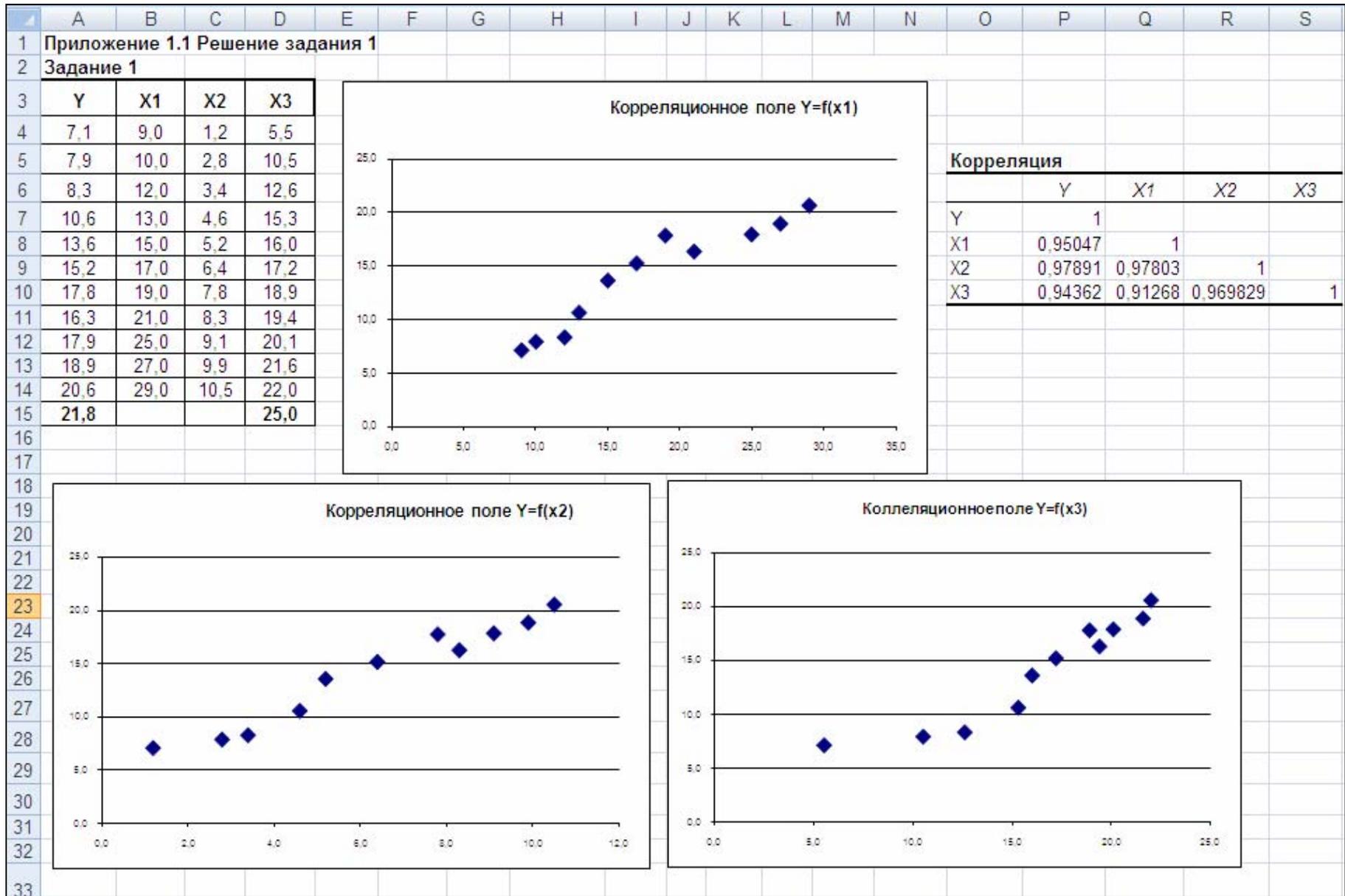
*для студентов заочной формы обучения  
специальностей «Экономика и управление», «Маркетинг»,  
«Коммерческая деятельность», «Финансы и кредит»  
заочной сокращенной формы обучения специальностей  
«Экономика и управление на предприятии», «Коммерческая  
деятельность»,  
«Бухгалтерский учет, анализ и аудит»*

---

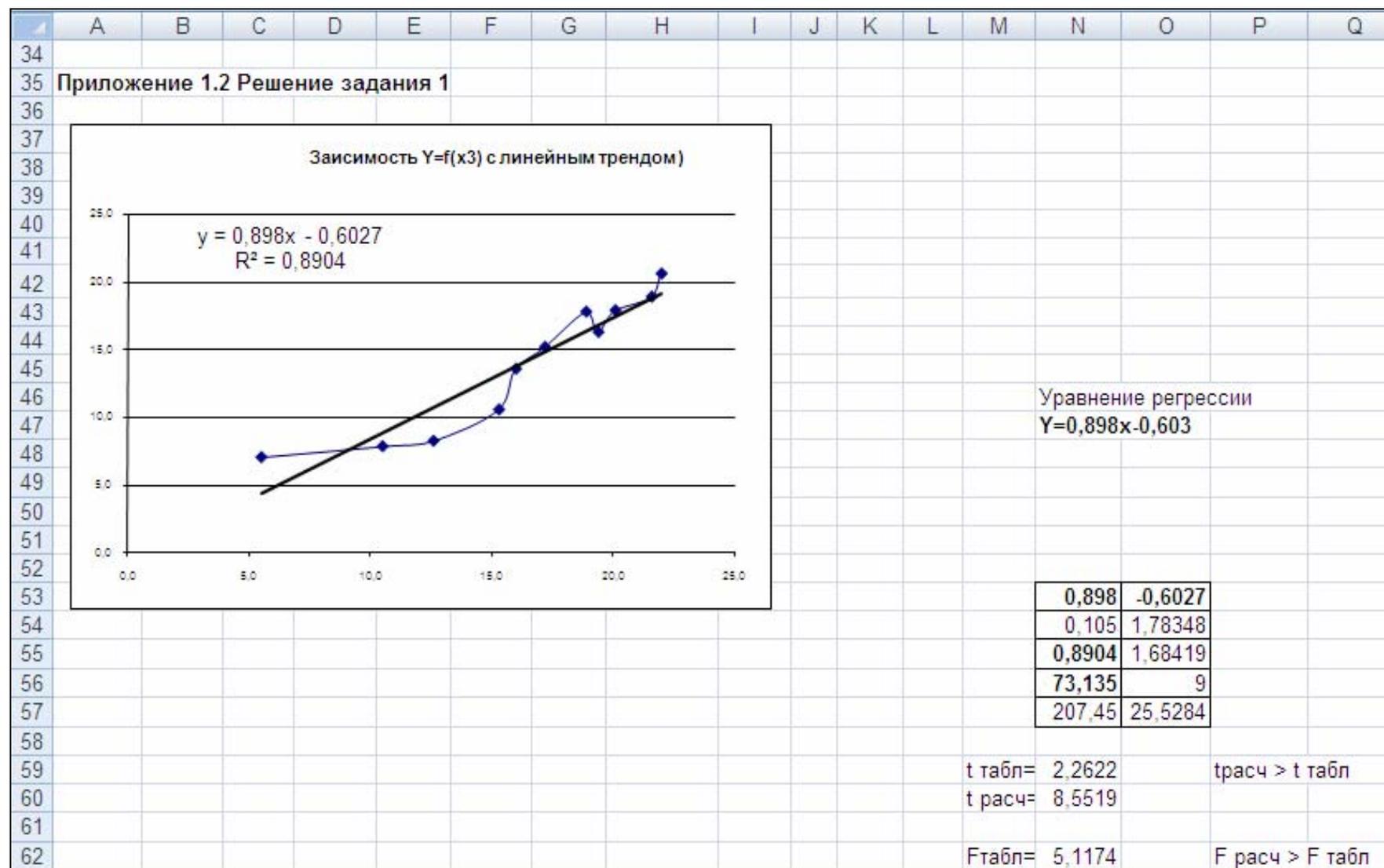
1. Основные понятия информационных технологий. Компьютерные информационные технологии. Корпоративные информационные системы.
2. Математические модели решения экономических задач. Целевые функции, ограничения. Методы оптимизации.
3. Основы прогнозирования. Аппроксимация. Среднеквадратическое отклонение.
4. Функции прогнозирования в электронных таблицах. Линейная аппроксимация.
5. Функции прогнозирования в электронных таблицах. Экспоненциальная аппроксимация.
6. Методика отыскания оптимального плана производства в Excel.
7. Методика отыскания оптимального плана транспортных перевозок в Excel.
8. СКА Maple. Исследование функций. Отыскание оптимума. Библиотеки extrema, simplex.
9. СКА Maple. Отыскание оптимума. Библиотека Optimization.
10. СКА Maple. Линейная алгебра. Матричные операции. Решение линейных уравнений.
11. Методика отыскания оптимального плана производства в Maple.
12. Методика отыскания оптимального плана транспортных перевозок в Maple.
13. СКА Maple. Статистика.
14. СКА Maple. Финансовые функции.
15. Стандарты интеграции систем (MRP, MRP II).

16. Стандарты интеграции систем (ERP, CRM, CSRP).
17. Понятие бизнес-моделей B2B, B2C.
18. Геоинформационные системы.
19. Методологии информационного и функционального моделирования.
20. Программное обеспечение для создания корпоративных информационных систем.
21. Реинжиниринг бизнес-процессов. Основные этапы реинжиниринга.
22. Моделирование бизнес-процессов. Два вида моделей (AS IS, TO BE).
23. Информационные технологии и реинжиниринг бизнес-процессов.
24. Технологии автоматизированного проектирования корпоративных информационных систем (CASE, RAD).
25. HTML. Назначение. Основные тэги. Нумерованные и нумерованные списки.
26. HTML. Гипертекстовые ссылки. Рисунки. Карты.
27. HTML. Таблицы. Интерактивные формы для ввода информации.
28. Искусственный интеллект. Основные понятия.
29. Искусственный интеллект. Модели представления знаний.
30. Искусственный интеллект. Экспертные системы.
31. Искусственный интеллект. Нейросети.
32. Пакеты прикладных программ для статистического анализа.
33. Пакеты прикладных программ для специальности.
34. Технологии обеспечения безопасности корпоративных информационных систем.
35. Электронные платежные системы.

## Приложение 1.1



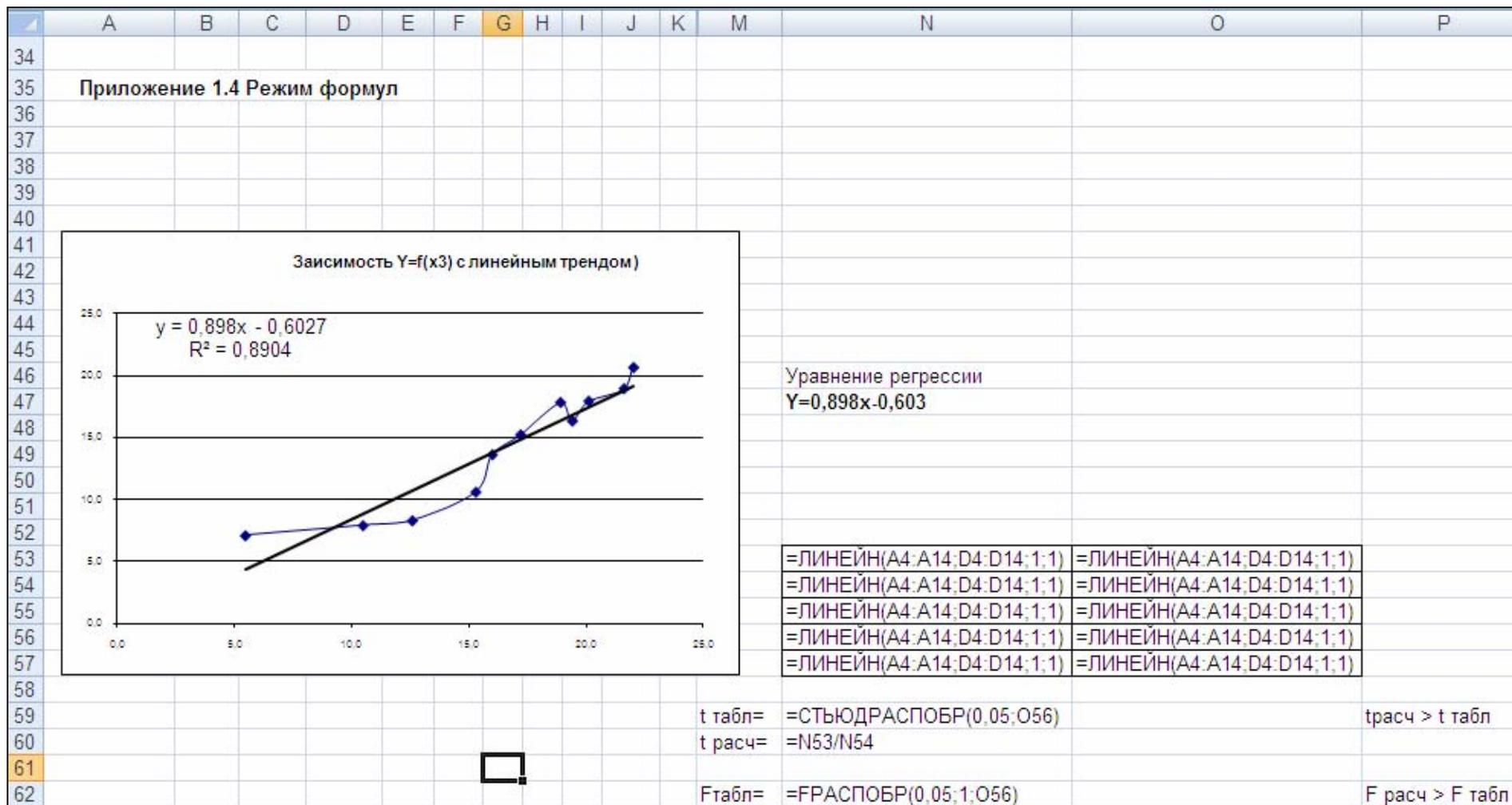
## Приложение 1.2



### Приложение 1.3

	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
35	Приложение 1.3 Решение задания 1								
36									
37									
38									
39									
40									
43									
44									
45									
46									
47									
48	ВЫВОД ИТОГОВ								
49									
50	<i>Регрессионная статистика</i>								
51	Множественный R	0,943623226							
52	R-квадрат	0,890424793							
53	Нормированный R-квадрат	0,87824977							
54	Стандартная ошибка	1,684189002							
55	Наблюдения	11							
56									
57	<i>Дисперсионный анализ</i>								
58		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
59	Регрессия	1	207,4479303	207,4479303	73,135368	1,294E-05			
60	Остаток	9	25,52843336	2,836492596					
61	Итого	10	232,9763636						
62									
63		<i>Коэффициент</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
64	Y-пересечение	-0,602727735	1,783483271	-0,337949755	0,7431504	-4,637247183	3,431791713	-4,637247183	3,431791713
65	X3	0,897989978	0,105004464	8,551921898	1,294E-05	0,660453377	1,135526579	0,660453377	1,135526579

## Приложение 1.4



## Приложение 1.5

### Протокол работы в СКМ Maple с библиотекой stats

Задание 1

```
> restart;  
> with(stats);  
[anova, describe, fit, importdata, random, statevalf, statplots, transform ]
```

1. Определяем значения факторов  $X$  ( $X_3$ ) и  $Y$ :

```
> X:= [5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6,  
22];
```

```
X := [5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22]
```

```
> Y:= [7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9,  
20.6];
```

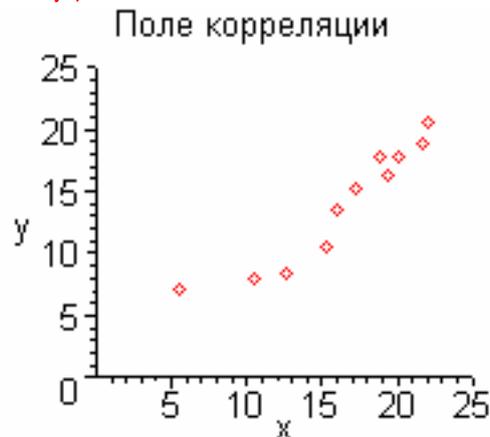
```
Y := [7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6]
```

2. Объединяем попарно значения переменных  $X$  и  $Y$ :

```
> f:= zip((x,y)->[x,y], X, Y);  
f:= [[5.5, 7.1], [10.5, 7.9], [12.6, 8.3], [15.3, 10.6], [16, 13.6], [17.2, 15.2],  
[18.9, 17.8], [19.4, 16.3], [20.1, 17.9], [21.6, 18.9], [22, 20.6]]
```

3. Строим корреляционное поле:

```
> plot(f, x = 0 .. 25, y = 0 .. 25, color = red, style=point,  
title="Поле корреляции");
```



4. Составляем функцию `plot` для построения графика функции  $Y=f(x)$ :

```
> pl_f:=plot(f, x = 0 .. 25, y = 0 .. 25, color = black, thickness =  
3):
```

5. Рассчитываем линейное уравнение регрессии:

```
> flin:=evalf(rhs(fit[leastsquare][[x,y]]([X,Y]), 4));  
flin := -0.6107 + 0.8985 x
```

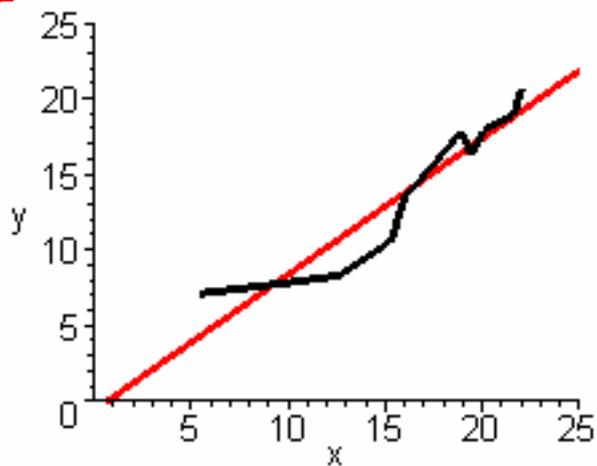
6. Составляем функцию `plot` для построения линейной линии тренда:

```
> pl_lin:= plot(flin, x = 0 .. 25, y = 0 .. 25, color = red,  
thickness = 3):
```

7. Подключаем библиотеку `plots` и выводим график функции  $Y=f(x)$  - `p_f` и линию тренда `p_lin`:

```
> with(plots):
```

```
> display({pl_f,pl_lin});
```



8. Вычисляем коэффициент корреляции  $R$ :

```
> r:=describe[linearcorrelation](X,Y):evalf(%,4);
```

0.9436

9. Вычисляем коэффициент детерминированности  $R^2$ :

```
> R:=evalf(r^2,3);
```

$R := 0.891$

10. Выполняем прогноз нового значения  $Y$ :

```
> Pr_lin:=subs(x=25,flin);
```

$Pr\_lin := 21.8518$

## Приложение 1.6

### Протокол работы в СКМ Maple с библиотекой Statistics

Задание 1.

```
> restart;
> with(Statistics):
1. Определяем значения факторов X (X3) и Y:
> X:=[5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22];
      X := [5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22]
> Y:=[7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9,
      20.6];
      Y := [7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6]
```

2. Объединяем попарно значения переменных X и Y:

```
> f := zip((x,y)->[x,y], X, Y);
      f := [[5.5, 7.1], [10.5, 7.9], [12.6, 8.3], [15.3, 10.6], [16, 13.6], [17.2, 15.2],
            [18.9, 17.8], [19.4, 16.3], [20.1, 17.9], [21.6, 18.9], [22, 20.6]]
```

3. Составляем функцию plot для построения графика функции  $Y=f(x)$ :

```
> pl_f := plot(f, x = 0 .. 25, y = 0 .. 25, color=black, thickness=3):
```

4. Рассчитываем линейное уравнение регрессии:

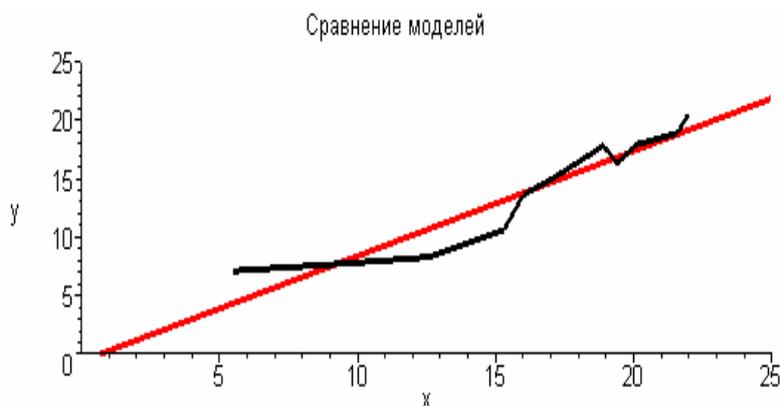
```
> flin := evalf(LinearFit([1, x], X, Y, x), 4);
      flin := -0.6027 + 0.8980 x
```

5. Составляем функцию plot для построения линейной линии тренда:

```
> pl_lin := plot(flin, x = 0 .. 25, y = 0 .. 25, color =
red, thickness=3):
```

6. Подключаем библиотеку plots и выводим график функции  $Y=f(x)$  - pl\_f и линию тренда pl\_lin:

```
> with(plots):
> display({pl_f, pl_lin}, title = "Сравнение моделей");
```



7. Вычисляем коэффициент детерминированности  $R^2$ :

```
> r := Correlation(X, Y)^2: evalf(%, 4);
      0.8904
```

8. Выполняем прогноз:

```
> Pr_lin := subs(x=25, flin);
      Pr_lin := 21.8473
```

## Приложение 1.7

### Протокол работы в СКМ Maple с библиотекой Statistics

Задание 1.

*restart*

*with(Statistics) :*

1. Определяем векторы X и Y:

$X := \text{Vector}([5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22]) :$

$Y := \text{Vector}([7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6]) :$

2. Рассчитываем линейное уравнение регрессии (способ 1):

$\text{Fit}(m \cdot x + b, X, Y, x)$

$$-0.602727735332998949 \\ + 0.897989978161155444 x$$

3. Выполняем прогноз:

$\text{subs}(x = 25, \%)$

$$21.84702172$$

4. Рассчитываем линейное уравнение регрессии (способ 2):

$\text{evalf}(\text{Fit}(m \cdot x + b, \text{Vector}([5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22]), \text{Vector}([7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6]), x), 4)$

$$-0.6027 + 0.8980 x$$

5. Выполняем прогноз

$\text{evalf}(\text{subs}(x = 25, \%), 4)$

$$21.85$$

6. Рассчитываем линейное уравнение регрессии (способ 3):

*evalf* (*LinearFit* ([ 1, x ], *Vector* ([ 5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22 ]), *Vector* ([ 7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6 ]), x), 4)

$$-0.6027 + 0.8980 x$$

7. Рассчитываем уравнение регрессии экспоненциального вида :

*evalf* (*ExponentialFit* (*Vector* ([ 5.5, 10.5, 12.6, 15.3, 16, 17.2, 18.9, 19.4, 20.1, 21.6, 22 ]), *Vector* ([ 7.1, 7.9, 8.3, 10.6, 13.6, 15.2, 17.8, 16.3, 17.9, 18.9, 20.6 ]), x), 4)

$$4.017 e^{0.07291x}$$

8. Выполняем прогноз:

*evalf* (*subs*(x = 25, %), 4)

$$24.87$$

9. Рассчитываем коэффициент корреляции и коэффициент детерминированности:

*CoeffCorrelation* := *Correlation* (X, Y) :

*CoeffDetermination* := %<sup>2</sup> :

10. Выводим результаты расчетов:

*m* := *evalf* ([ *LinearFit* ([ 1, x ], X, Y, x, *output* = [ *leastquaresfunction*, *residualsumofsquares* ]), *CoeffCorrelation*, *CoeffDetermination* ], 7)

$$[[ -0.6027277 + 0.8979900 x, 25.52843 ], 0.9436232, 0.8904248 ]$$

## Приложение 2.1

	A	B	C	D	E	F
1	Приложение 2.1					
2						
3	Вид продукции	Время обработки, ч.			Прибыль, у.е.	Количество
4		I	II	III		
5	A	2	3	2	3	112
6	B	3	6	8	8	56
7					784	
8	Время	392	672	672		
9						
10	Ограничения	428	672	672		
11						
12						
13	Вид продукции	Время обработки, ч.			Прибыль, у.е.	Количество
14		I	II	III		
15	A	2	3	2	3	0
16	B	3	6	8	8	0
17					0	
18	Время	0	0	0		
19						
20	Ограничения	428	672	672		

## Приложение 2.2

	A	B	C	D	E	F
1	Приложение 2.2					
2						
3	Вид продукции	Время обработки, ч.			Прибыль, у.е.	Количество
4		I	II	III		
5	A	2	3	2	3	0
6	B	3	6	8	8	0
7					=E5*F5+E6*F6	
8	Время	=B5*F5+B6*F6	=C5*F5+C6*F6	=D5*F5+D6*F6		
9						
10	Ограничения	428	672	672		
11						
12						
13	Вид продукции	Время обработки, ч.			Прибыль, у.е.	Количество
14		I	II	III		
15	A	2	3	2	3	0
16	B	3	6	8	8	0
17					=E15*F15+E16*F16	
18	Время	=B15*F15+B16*F16	=C15*F15+C16*F16	=D15*F15+D16*F16		
19						
20	Ограничения	428	672	672		

## Приложение 2.3

Microsoft Excel 12.0 Отчет по результатам  
Рабочий лист: [решения.xls]Задание 2а

Целевая ячейка (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$E\$7	Прибыль, у.е.	0	784

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$F\$5	А Количество	0	112
\$F\$6	В Количество	0	56

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$B\$8	Время I	392	\$B\$8<=\$B\$10	не связан.	36
\$C\$8	Время II	672	\$C\$8<=\$C\$10	связанное	0
\$D\$8	Время III	672	\$D\$8<=\$D\$10	связанное	0
\$F\$5	А Количество	112	\$F\$5>=0	не связан.	112
\$F\$6	В Количество	56	\$F\$6>=0	не связан.	56
\$F\$5	А Количество	112	\$F\$5=целое	связанное	0
\$F\$6	В Количество	56	\$F\$6=целое	связанное	0

## Приложение 2.4

# Протокол работы в СКМ Maple с библиотеками `simplex` и `Optimization`

### Библиотека `simplex`

Подключение: `with(simplex)`

Используем параметр

`maximize(expr, opt1, opt2, ..., optn)`

здесь

`expr` - алгебраическое выражение,

`opt1, opt2, ..., optn` - параметры оптимизации.

эта команда выдает координаты точек, при которых заданная линейная функция имеет максимум.

При этом допускается дополнительная опция для поиска только неотрицательных решений `NONNEGATIVE`.

### Решение задания 2а

1. Подключаем библиотеку `simplex`:

> `with(simplex);`

[*basis, convexhull, cterm, define\_zero, display, dual, feasible, maximize, minimize, pivot, pivoteqn, pivotvar, ratio, setup, standardize*]

2. Определяем целевую функцию:

> `F:=3*A+8*B;`

$3A + 8B$

3. Определяем систему ограничений:

> `ogran:={2*A+3*B<=428, 3*A+6*B<=672, 2*A+8*B<=672};`  
 $\{2A + 3B \leq 428, 2A + 8B \leq 672, 3A + 6B \leq 672\}$

4. Ищем решение:

> `rez:=maximize(F, ogran, NONNEGATIVE);`  
 $\{A = 112, B = 56\}$

5. Вычисляем значение целевой функции:

> `Pr:=subs(rez, F);`

784

## Библиотека Optimization

Подключение: `with(Optimization)`

Позволяет отыскивать оптимальные решения для задач следующего вида:

Линейное программирование `LPSolve(obj, constr, bd, opts)`

**obj** - алгебраическое выражение для целевой функции

**constr** - линейные ограничения { }

**bd** - maximize или minimize

**opts** - необязательные дополнительные параметры - одно из дополнительных ключевых слов, которое позволяет установить дополнительные ограничения на отыскание значений переменных

1. Подключаем библиотеку Optimization:

```
> with(Optimization);  
[ImportMPS, Interactive, LPSolve, LSSolve, Maximize, Minimize, NLPsolve, QPSolve]
```

2. Определяем целевую функцию:

```
> F:=3*A+8*B;  
3 A + 8 B
```

3. Определяем систему ограничений:

```
> ogran:={2*A+3*B<=428, 3*A+6*B<=672, 2*A+8*B<=672};  
{2 A + 3 B ≤ 428, 2 A + 8 B ≤ 672, 3 A + 6 B ≤ 672}
```

4. Ищем решение:

```
> LPSolve(F,ogran, maximize,assume=nonnegint);  
[784, [A = 112, B = 56]]
```

## Приложение 2.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Приложение 2.5. Стоимости перевозок						
2		Стоимость перевозки единицы продукции					
3		5	9	3	10		
4		3	10	5	9		
5		7	2	3	8		
6		8	5	11	2		
7		5	9	10	5		
8							
9							
10	неизвестные						
11		Объемы перевозок продукции					Объемы производства
12		0	0	10	0	10	10
13		30	0	0	0	30	30
14		0	0	20	0	20	20
15		0	10	0	10	20	20
16		20	0	0	0	20	20
17		50	10	30	10		
18	Объемы потребления	50	10	30	10		
19							
20		Функция цели					
21		350					

## Приложение 2.6

	A	B	C	D	E	F	G
1	Приложение 2.6.	Стоимости перевозок					
2		Стоимость перевозки единицы продукции					
3		5	9	3	10		
4		3	10	5	9		
5		7	2	3	8		
6		8	5	11	2		
7		5	9	10	5		
8							
9							
10	неизвестные						
11		Объемы перевозок продукции					Объемы производства
12		0	0	0	0	=СУММ(B12:E12)	10
13		0	0	0	0	=СУММ(B13:E13)	30
14		0	0	0	0	=СУММ(B14:E14)	20
15		0	0	0	0	=СУММ(B15:E15)	20
16		0	0	0	0	=СУММ(B16:E16)	20
17		=СУММ(B12:B16)	=СУММ(C12:C16)	=СУММ(D12:D16)	=СУММ(E12:E16)		
18	Объемы потребления	50	10	30	10		
19							
20		Функция цели					
21		=СУММПРОИЗВ(B3:E7;B12:E16)					

## Литература

1. *В.Л. Шарстнев.* Компьютерные информационные технологии: курс лекций. – Витебск : Издательство УО «ВГТУ», 2006. – 350 с.: ил.
2. *В.Л.Шарстнев, Е.Ю.Вардомацкая.* Компьютерные информационные технологии. Пакеты прикладных программ для моделирования и анализа задач экономики: пособие – Витебск, 2006, 138 с. (к заданию 1, 2, 3).
3. *Шарстнев В. Л., Вардомацкая Е.Ю.* Компьютерные информационные технологии. Лабораторный практикум: пособие– Витебск: УО «ВГТУ», 2008. – 170 с. **(к заданию 1, 2, 3)**
4. *Шарстнев В. Л., Вардомацкая Е.Ю.* Компьютерные информационные технологии. Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов экономических специальностей заочного факультета и факультета повышения квалификации и переподготовки кадров– Витебск: УО «ВГТУ», 2008. – 26 с. **(к заданию 1, 2)**
5. *Вардомацкая, Е.* Информационные технологии в экономике и управлении: лабораторный практикум для студентов факультета повышения квалификации специальности 1-26 02 82 «Финансовый менеджмент»/ *Е.Ю. Вардомацкая,* – Витебск: УО «ВГТУ», 2007. – 110 с. **( к заданию 1, 2)**
6. *Вардомацкая Е.Ю., Окишева Т.Н.* Информатика. В двух частях. Часть II. Excel. Учебное пособие. Витебск, 2007, 238 с.
7. *Экономико–математические методы и модели.* Компьютерные технологии решения: учебное пособие / И.Л. Акулич, Е.И. Велесько, П. Ройш, В.Ф. Стрельчонок. – Мн.: БГЭУ, 2003. – 348с.
8. *Дьяконов, В.* Maple 6 : учебный курс / В. Дьяконов. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 608 с. : ил.
9. *Миксюк, С.* Экономико–математические методы и модели : учебно-практическое пособие / С.Ф.Миксюк, В.Н. Комкова. – Мн., БГЭУ, 2006, 219 с.
10. Р.М. Оспанов Лабораторные работы по курсам "Математика для экономистов" и "Экономико-математические методы и моделирование" в системе MathCAD.
11. *Интернет ресурс* <http://www.nsu.ru>

