

## Методические указания к лабораторной работе №1

### «Разработка программных средств решения задачи методом статистических гипотез»

#### 1 Цель работы:

Изучение метода статических гипотез для разработки программного средства

#### 2 Задача работы:

Объяснение сути метода

#### 3 Содержание работы:

Описание метода статических гипотез для разработки программных средств

#### 4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

– название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;

– решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;

Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

Для того чтобы оценить уровень различия двух групп инженерно-технических работников на предприятиях легкой промышленности (мужчины и женщины) по двум признакам, было проведено выборочное обследование. В выборку попали 20 человек (10 мужчин и 10 женщин). Результаты наблюдения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Мужчины		Женщины	
$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
2	3,0	21	7,1
10	8,2	8	6,0
17	10,0	11	8,3
20	8,0	6	6,5
22	6,5	4	4,6
12	5,5	18	8,0
20	7,5	2	8,4
9	7,3	25	9,0
18	9,7	10	8,1
4	4,4	17	7,8

В таблице  $X_1$  - стаж работы, лет;  $X_2$  - средняя дневная заработная плата, ден. ед.

Проверьте гипотезу о сходстве двух групп работающих:

- по каждому признаку отдельно;
- по двум признакам вместе.

Рекомендуемая литература:

1. **Быковский, В. В.** Применение теории планирования эксперимента в научных и инженерных расчетах: учеб. пособие / В. В. Быковский, Л. В. Быковская, Ю. А. Дормидонов. - Оренбург : ОГУ, 2002. - 66 с - ISBN 5-7410-0442-3.

2. **Костин, В. Н.** Статистические методы и модели: учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина . - Оренбург : ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. - ISBN 5-7410-0399-0.

## Методические указания к лабораторной работе №2

### «Разработка программных средств решения задачи методом кластерного анализа»

#### 1 Цель работы:

Изучение метода кластерного анализа для разработки программного средства

#### 2 Задача работы:

Объяснение сути метода

#### 3 Содержание работы:

Описание метода кластерного анализа для разработки программных средств

#### 4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;
  - решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;
- Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

На основании приведенных данных таблицы 1 необходимо провести классификацию пяти предприятий при помощи иерархического агломеративного кластерного анализа.

Таблица 1

Номер предприятия	$X_1$	$X_2$	$X_3$
1	220,0	94,0	264,0
2	185,0	75,0	192,0
3	245,0	80,0	220,0
4	178,0	75,0	196,0
Среднее значение ( $\bar{x}_j$ )	199,6	79,5	175,4
Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma_j$ )	28,4	7,6	65,4

Здесь:  $X_1$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов, млрд. р.;  $X_2$  – материальные затраты на один рубль произведенной продукции, коп.;  $X_3$  – объем произведенной продукции, млрд. р.

### Рекомендуемая литература:

1. **Быковский, В. В.** Применение теории планирования эксперимента в научных и инженерных расчетах: учеб. пособие / В. В. Быковский, Л. В. Быковская, Ю. А. Дормидонов. - Оренбург : ОГУ, 2002. - 66 с - ISBN 5-7410-0442-3.

2. **Костин, В. Н.** Статистические методы и модели: учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина. - Оренбург : ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. - ISBN 5-7410-0399-0.

## **Методические указания к лабораторной работе №3**

### **«Разработка программных средств решения задачи методом дискрименантного анализа»**

#### 1 Цель работы:

Изучение метода дискрименантного анализа для разработки программного средства

#### 2 Задача работы:

Объяснение сути метода

#### 3 Содержание работы:

Описание метода дискрименантного анализа для разработки программных средств

#### 4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;
  - решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;
- Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

Имеются следующие данные по двум группам промышленных предприятий (таблица 1).

Таблица 1

Первая группа ( $k_1$ )			Вторая группа ( $k_2$ )		
Номер предприятия	Удельный вес потерь от брака, % ( $X_1$ )	Фондоотдача активной части основных фондов,	Номер предприятия	Удельный вес потерь от брака, % ( $Y_1$ )	Фондоотдача активной части основных фондов, ден. ед. ( $Y_2$ )
1	0,15	1,91	1	0,48	0,88
2	0,34	1,68	2	0,41	0,62
3	0,09	1,89	3	0,62	1,09
4	0,21	2,30	4	0,50	1,32
			5	1,20	0,68
–	$\bar{X}_1 = 0,198$	$\bar{X}_2 = 1,945$	–	$\bar{Y}_1 = 0,642$	$\bar{Y}_2 = 0,918$

1. На основании приведенных данных следует найти оценки векторов средних  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  и ковариационных матриц ( $S_x$ ,  $S_y$ ) а также оценку суммарной ковариационной матрицы ( $S_*$ ) и обратной к ней ( $S_*^{-1}$ ).

2. Рассчитайте вектор оценок коэффициентов дискриминантной функции ( $A$ ) и определите ее средние значения для каждого множества. Определите константу дискриминации ( $c$ ).

Вычислите оценки значений дискриминантной функции для предприятия, у которого переменные принимают значения: удельный вес потерь от брака ( $Z_1$ ) равен 0,2%; фондоотдача активной части основных фондов ( $Z_2$ ) равна 0,75 ден. ед.

Определите, к какой из двух групп следует отнести данное предприятие.

Рекомендуемая литература:

1. **Быковский, В. В.** Применение теории планирования эксперимента в научных и инженерных расчетах: учеб. пособие / В. В. Быковский, Л. В. Быковская, Ю. А. Дормидонов. - Оренбург : ОГУ, 2002. - 66 с - ISBN 5-7410-0442-3.

2. **Костин, В. Н.** Статистические методы и модели: учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина . - Оренбург : ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. - ISBN 5-7410-0399-0.



## **Методические указания к лабораторной работе №4**

### **«Разработка программных средств решения задачи обработки информации, методом главных компонент»**

#### 1 Цель работы:

Изучение метода главных компонент для разработки программного средства

#### 2 Задача работы:

Объяснение сути метода

#### 3 Содержание работы:

Описание метода главных компонент для разработки программных средств

#### 4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;
  - решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;
- Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

Пусть имеется матрица исходных данных, представляющая совокупность четырех промышленных предприятий, оцененных по трем признакам:  $X_1$  – уровень выработки на одного среднегодового работника;  $X_2$  – уровень рентабельности продукции, %;  $X_3$  – уровень фондоотдачи основных фондов, ден. ед. Обратим внимание, что в факторном анализе исходная матрица ( $X$ ) строится как транспонированная

$$X^T = \begin{pmatrix} 9,26 & 9,38 & 12,11 & 10,81 \\ 13,26 & 10,16 & 13,72 & 12,85 \\ 1,45 & 1,30 & 1,37 & 1,65 \end{pmatrix}.$$

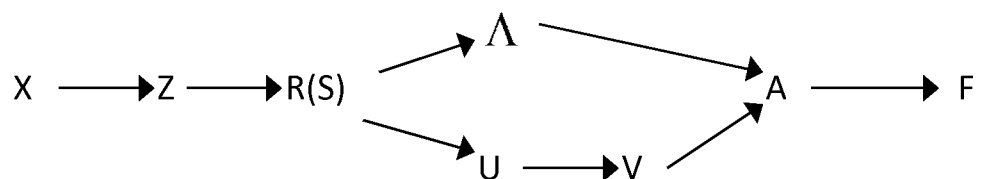
Используем сначала метод главных компонент, его реализация предусматривает решение следующих формальных уравнений:

$$R = \frac{1}{n} ZZ^T; \quad |R - \lambda E| = 0; \quad (R - \lambda E)U = 0; \quad A = V\Lambda^{1/2}, \quad \text{с } V = \|V_j\| \quad \text{и } V_j = \frac{U_j}{|U_j|};$$

$$F = A^{-1}Z^T.$$

В приведенных формулах  $Z = \|z_{ij}\|$ ,  $z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}$  и  $X = X^T$  – транспонированная матрица исходных данных, размерности  $(n \times m)$ .

Схематично алгоритм метода главных компонент имеет вид



1 Стандартизируем значения изучаемых признаков

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad \text{получим } Z' = \begin{pmatrix} -0,971 & -0,868 & 1,478 & 0,361 \\ 0,549 & -1,684 & 0,882 & 0,253 \\ 0,076 & -1,069 & -0,534 & 1,527 \end{pmatrix}.$$

2 Найдем матрицу парных корреляций  $R = \frac{1}{n} Z^T Z$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0,581 & 0,154 \\ 0,581 & 1 & 0,439 \\ 0,154 & 0,439 & 1 \end{pmatrix}.$$

3 Поиск матрицы собственных чисел в конечном счете означает решение характеристического уравнения  $(R - \lambda E)V = 0$ , откуда  $|R - \lambda E| = 0$ .

Существует множество различных подходов для вычисления элементов матрицы  $\lambda$ , остановимся на одном из них, широко применяемом на практике и использующем рекуррентные соотношения Фаддеева: пусть  $A$  – некоторая симметрическая матрица, размерностью  $m \times m$ , тогда ее определитель находим по следу матриц, производных от  $A$ :

$A_1 = A$	$P_1 = \text{tr}A_1$	$B_1 = A_1 - P_1 E$
$A_2 = AB_1$	$P_2 = 1/2 \text{tr}A_2$	$B_2 = A_2 - P_2 E$
...	...	...
$A_{m-1} = AB_{m-2}$	$P_{m-1} = 1/(m-1) \text{tr}A_{m-1}$	$B_{m-1} = A_{m-1} - P_{m-1} E$
$A_m = AB_{m-1}$	$P_m = 1/m \cdot \text{tr}A_m$	$B_m = A_m - P_m E; B_m = 0$

На заключительном этапе расчетов  $P_m = |A|$  можем записать характеристический многочлен

$$P_m(\lambda) = \lambda^m - P_1 \lambda^{m-1} - P_2 \lambda^{m-2} - \dots - P_m.$$

Приравнивая характеристический многочлен нулю, можем получить его корни, т.е. множество значений  $\lambda$ .

В нашем случае:  $R = A$ ,  $A = A_1$ ,  $P_1 = trA_1 = 1+1+1=3$ ,

$$B_1 = A_1 - P_1 E = \begin{pmatrix} -2 & 0,581 & 0,154 \\ 0,581 & 2 & 0,439 \\ 0,154 & 0,439 & 2 \end{pmatrix};$$

$$A_2 = AB_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0,581 & 0,154 \\ 0,581 & 1 & 0,439 \\ 0,154 & 0,439 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2 & 0,581 & 0,154 \\ 0,581 & -2 & 0,439 \\ 0,154 & 0,439 & -2 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} -1,638 & -0,513 & 0,101 \\ -0,513 & -1,469 & -0,350 \\ 0,101 & -0,350 & -1,783 \end{pmatrix};$$

$$P_2 = 1/2 trA_2 = 1/2 [(-1,638) + (-1,469) + (-1,783)] = -2,445;$$

$$B_2 = A_2 - P_2 E = \begin{pmatrix} 0,807 & -0,513 & 0,101 \\ -0,513 & 0,976 & -0,350 \\ 0,101 & -0,350 & 0,662 \end{pmatrix};$$

$$A_3 = AB_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0,581 & 0,154 \\ 0,581 & 1 & 0,439 \\ 0,154 & 0,439 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,807 & -0,513 & 0,101 \\ -0,513 & 0,976 & -0,350 \\ 0,101 & -0,350 & 0,662 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 0,524 & 0 & 0 \\ 0 & 0,524 & 0 \\ 0 & 0 & 0,524 \end{pmatrix};$$

$$P_3 = 1/3(3 \times 0,524) = 0,524; \quad B_3 = A_3 - P_3 E = 0.$$

Таким образом,  $|R| = 0,524$  и характеристический многочлен будет  $\lambda^3 - 3\lambda^2 + 2,445\lambda - 0,524 = 0$ , откуда  $\lambda_1 = 1,798$ ,  $\lambda_2 = 0,875$ ,  $\lambda_3 = 0,327$ .

$$\lambda = \begin{pmatrix} 1,798 & 0 & 0 \\ 0 & 0,875 & 0 \\ 0 & 0 & 0,327 \end{pmatrix}.$$

4 Матрицу собственных векторов определим, решая системы линейных уравнений, каждому из собственных чисел ( $\lambda_j$ ) соответственно. Так как подобные системы уравнений имеют бесконечное множество решений, каждый раз одному из неизвестных признаков будем задавать произвольное значение, например единицу:

для  $\lambda_1 = 1,798$  имеем

$$\begin{array}{l|l} (1-1,798)u_{11} + 0,581u_{22} + 0,154u_{33} = 0 & u_{11} = 1,262 \\ 0,581u_{11} + (1-1,798)u_{21} + 0,439u_{31} = 0 & u_{21} = 1,469 \\ 0,154u_{11} + 0,439u_{21} + (1-1,798)u_{31} = 0 & u_{31} = 1,000 \end{array}$$

для  $\lambda_2 = 0,875$

$$\begin{array}{l|l} (1-0,875)u_{12} + 0,581u_{22} + 0,154u_{32} = 0 & u_{12} = 1,307 \\ 0,581u_{12} + (1-0,875)u_{22} + 0,439u_{32} = 0 & u_{22} = 1,779 \\ 0,154u_{12} + 0,439u_{22} + (1-0,875)u_{32} = 0 & u_{32} = 1,000 \end{array}$$

для  $\lambda_3 = 0,327$

$$\begin{array}{l|l} (1-0,327)u_{13} + 0,581u_{23} + 0,154u_{33} = 0 & u_{13} = 1,307 \\ 0,581u_{13} + (1-0,327)u_{23} + 0,439u_{33} = 0 & u_{23} = 1,779 \\ 0,154u_{13} + 0,39u_{23} + (1-0,327)u_{33} = 0 & u_{33} = 1,000 \end{array}$$

Матрица собственных векторов принимает вид

$$U = \begin{pmatrix} 1,262 & -0,144 & 1,307 \\ 1,469 & -0,234 & -1,779 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 \end{pmatrix}.$$

5 Поскольку в ходе расчетов собственные векторы приобретают различные шкалы измерения, следует привести их к нормируемому виду  $V_j = U_j / |U_j|$

$$V = \begin{pmatrix} 0,579 & -0,139 & 0,539 \\ 0,674 & -0,225 & -0,734 \\ 0,459 & 0,964 & 0,413 \end{pmatrix}.$$

6 Теперь можем построить матрицу факторного отображения ( $A$ ),  $A = V\lambda^{1/2}$

$$A = \begin{pmatrix} 0,579 & -0,139 & 0,539 \\ 0,674 & -0,225 & -0,734 \\ 0,459 & 0,964 & 0,413 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{1,798} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{0,875} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{0,327} \end{pmatrix} =$$

	$F_1$	$F_2$	$F_3$
$X_1$	0,776	-0,130	0,308
$= X_2$	0,904	-0,210	-0,420
$X_3$	0,616	0,902	0,236

Элементы матрицы  $A$  – это коэффициенты частной корреляции, характеризующие тесноту связей  $X_j$  – элементарных признаков с  $F_r$  – латентным факторами (главными компонентами).

Для матрицы  $A$  выполняется условие  $A^T A = \lambda$ , т.е.  $\sum_j a_{jr}^2 = \lambda_r$ , или  $\sum_j a_{j1}^2 = 0,776^2 + 0,904^2 + 0,616^2 = 1,798$ ;  $\sum_j a_{j2}^2 = 0,875$ ;  $\sum_j a_{j3}^2 = 0,327$ .

Матрица  $A$ , представляющая признаковую структуру каждой из главных компонент, позволяет определять названия главных компонент:

$F_1$  – объясняет ( $1,798/3=0,599$ ) около 60% общей дисперсии элементарных признаков – может быть названа эффективностью производства;

$F_2$  – объясняет ( $0,875/3 = 0,292$ ) около 30% общей дисперсии признаков – назовем ее «эффективность использования основных средств»;

$F_3$  – объясняет ( $0,327/3 = 0,109$ ) около 11% общей дисперсии. Ввиду низкой значимости этой главной компоненты в дальнейшем анализе она может не рассматриваться.

С целью более точной оценки структуры каждой из главных компонент может применяться специальный коэффициент уровня информативности составляющих ее элементарных признаков

$$K_u = \frac{\sum_j a_{jr}^2}{\sum_{j=1}^m a_{jr}^2},$$

где  $\sum_{j=1}^m a_{jr}^2$  – сумма квадратов всех значений нагрузок элементарных признаков для главной компоненты  $F_r$ ;  $\sum_{j=1}^m a_{jr}^2$  – сумма квадратов нагрузок

тех элементарных признаков, которые наиболее значимы и в основном формируют название главной компоненты ( $F_1$ ).

Исчисленная матрица  $A$  позволяет записать уравнения связи элементарных признаков с главными компонентами:

$$Z_1 = 0,776F_1 - 0,130F_2 + 0,308F_3;$$

$$Z_2 = 0,904F_1 - 0,210F_2 - 0,420F_3;$$

$$Z_3 = 0,616F_1 + 0,902F_2 + 0,236F_3;$$

и наоборот – главных компонент с элементарными признаками:

$$F_1 = 1/1,798(0,776Z_1 + 0,904Z_2 + 0,616Z_3);$$

$$F_2 = 1/0,875(-0,130Z_1 - 0,210Z_2 + 0,236Z_3).$$

7 Расчет матрицы  $F$  позволяет получить значения главных компонент по каждому наблюдаемому объекту  $F = A^{-1}Z^T$ :

$$F = \begin{pmatrix} 0,542 & 0,507 & 0,196 \\ -0,776 & -0,010 & 0,994 \\ 1,554 & -1,283 & -0,075 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -0,971 & -0,868 & 1,478 & 0,361 \\ 0,549 & -1,684 & 0,882 & 0,253 \\ 0,076 & -1,069 & -0,534 & 1,527 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{matrix} F_1 \\ = F_2 \\ F_3 \end{matrix} \begin{array}{c|cccc} & n_1 & n_2 & n_3 & n_4 \\ \hline & -0,233 & -1,533 & 1,143 & 0,623 \\ & 0,823 & -0,372 & -1,687 & 1,236 \\ & -2,218 & 0,892 & 1,205 & 0,121 \end{array}$$

Проверка:  $\sum f_{ri} = 0$



## Методические указания к лабораторной работе №6

### «Разработка программных средств решения задачи обработки информации, методом регрессионного анализа»

#### 1 Цель работы:

Изучение метода регрессионного анализа для разработки программного средства

#### 2 Задача работы:

Объяснение сути метода

#### 3 Содержание работы:

Описание метода регрессионного анализа для разработки программных средств

#### 4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;
  - решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;
- Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

*Регрессионный анализ* — это статистический метод исследования зависимости случайной величины  $Y$ -отклик от переменной ( $X$ ) или переменных  $X_j$  ( $j=1, 2, \dots, k$ ) – предикторы.

*Пример 1.* По пяти промышленным предприятиям имеются следующие данные о фондовооруженности труда рабочих ( $X_1$ ), уровне производительности труда ( $X_2$ ), удельном весе потерь от брака ( $X_3$ ) (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Номер предприятия	Фондовооруженность труда рабочего, тыс. ден. ед.	Месячная производительность труда рабочего, тыс. ден. ед.	Удельный вес потерь от брака, %
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
1	3,9	7,0	2,4
2	1,1	11,1	5,9
3	1,8	10,2	6,2
4	6,0	12,0	6,0
5	5,4	10,0	11,0
	$\bar{x}_1 = 3,64$	$\bar{x}_2 = 10,06$	$\bar{x}_3 = 6,3$
	$\sigma_1 = 1,93$	$\sigma_2 = 1,69$	$\sigma_3 = 2,74$

Определить:

- 1) матрицы парных и частных коэффициентов корреляции;
- 2) множественный коэффициент детерминации и множественный коэффициент корреляции при условии, что  $X_2$  – зависимая переменная;
- 3) матрицу ковариаций.

Рекомендуемая литература:

1. **Быковский, В. В.** Применение теории планирования эксперимента в научных и инженерных расчетах: учеб. пособие / В. В. Быковский, Л. В. Быковская, Ю. А. Дормидонов. - Оренбург : ОГУ, 2002. - 66 с - ISBN 5-7410-0442-3.

2. **Костин, В. Н.** Статистические методы и модели: учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина . - Оренбург : ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. - ISBN 5-7410-0399-0.

**Методические указания  
к лабораторной работе №7**

**«Разработка прикладной программы для обработки результатов  
эксперимента методом регрессионного анализа»**

1 Цель работы:

Изучение метода регрессионного анализа для разработки прикладной программы

2 Задача работы:

Объяснение сути метода

3 Содержание работы:

Описание метода регрессионного анализа для разработки прикладной программы

4 Требования к отчету:

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- название работы, ее задачи и описание последовательности выполнения;
  - решение задачи по вариантам, указанным преподавателем;
- Отчет представить в распечатанном виде.

## 5 Общие положения и методика выполнения задания

*Регрессионный анализ* — это статистический метод исследования зависимости случайной величины  $Y$ -отклик от переменной ( $X$ ) или переменных  $X_j$  ( $j=1, 2, \dots, k$ ) – предикторы.

*Пример 2.* На основании приведенных данных таблицы 2.2 по районам области постройте линейную регрессионную модель валового выпуска продукции сельского хозяйства в целом по области.

Таблица 2.2

Район	$X_1$	$X_2$	$Y$
1	28	12,22	121,0
2	31	8,96	43,0
3	25	11,69	69,0
4	32	5,38	21,0
5	22	8,66	58,0
6	30	9,35	29,0
7	15	8,92	66,0
8	18	7,61	54,0
9	14	11,32	86,0
10	23	9,53	81,0
11	30	6,75	52,0
12	27	7,00	35,0
13	36	6,58	27,0
14	20	6,79	74,0
15	18	9,12	83,0
16	21	4,79	57,0

Здесь:  $X_1$  – нагрузка пашни на одного работника, га;  $X_2$  – производительность труда одного работника, тыс. ден. ед.;  $Y$  – валовая продукция, млн. ден. ед.

- 1 Рассчитать уравнение множественной линейной регрессии.
- 2 Оценить тесноту связи между анализируемыми признаками с помощью коэффициентов корреляции и детерминации (парных и множественных).
- 3 Оценить значимость коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента и качество модели по F-критерию Фишера. Поясните экономический смысл полученных результатов.

*Пример 3.* На основе приведенных данных таблицы 2.3 по десяти промышленным предприятиям проведите регрессионный анализ зависимости себестоимости произведенной продукции  $Y$  (млн. ден. ед.) от объема произведенной продукции  $X_1$  (млн. ден. ед.) и уровня производительности труда рабочих  $X_2$  (тыс. ден. ед. на человека).

Таблица 2.3

№ п/п	1	2'	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого
$X_1$	3,3	4,2	5,0	5,6	5,8	5,1	6,2	7,0	10,8	15,0	68
$X_2$	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5	1,6	1,2	1,3	1,2	14
$Y$	2,5	2,7	3,7	4,0	4,3	4,6	5,0	6,0	7,2	10,0	50

Рекомендуемая литература:

1. **Быковский, В. В.** Применение теории планирования эксперимента в научных и инженерных расчетах: учеб. пособие / В. В. Быковский, Л. В. Быковская, Ю. А. Дормидонов. - Оренбург : ОГУ, 2002. - 66 с - ISBN 5-7410-0442-3.

2. **Костин, В. Н.** Статистические методы и модели: учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. А. Тишина . - Оренбург : ОГУ, 2004. - 138 с. - Библиогр.: с. 125. - ISBN 5-7410-0399-0.