

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное бюджетное государственное учреждение  
высшего профессионального образования  
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра автоматизации обработки информации (АОИ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой АОИ,  
профессор

Ю.П.Ехлаков

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **Прогнозирование и планирование**

### **Методические указания**

по выполнению лабораторных работ и  
организации самостоятельной работы  
для студентов направления подготовки **38.03.04**  
«Государственное и муниципальное управление»

Разработчик  
доцент каф. АОИ,  
канд.техн.наук.  
З.П.Лепихина

Томск-2016

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |                                                                                     |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
|     | Введение.....                                                                       | 3  |
| 1.  | МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО<br>ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....                      | 3  |
| 1.1 | Лабораторная работа 1(часть 1, 2 и 3).....                                          | 3  |
| 1.2 | Лабораторная работа 2 (часть 1 и 2).....                                            | 16 |
| 1.3 | Лабораторная работа 3 (часть 1 и 2).....                                            | 26 |
| 2.  | МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО<br>ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ<br>РАБОТЫ.....              | 33 |
| 2.1 | Тема «Методологические основы прогнозирования и<br>планирования».....               | 33 |
| 2.2 | Тема «Методы социально-экономического<br>прогнозирования».....                      | 34 |
| 2.3 | Тема «Принципы комплексного прогнозирования и<br>стратегического планирования»..... | 38 |
| 2.4 | Тема «Прогнозирование и планирование как<br>функция управления».....                | 39 |
| 3   | Рекомендуемая литература.....                                                       | 40 |
|     | Приложение 1.....                                                                   | 41 |
|     | Приложение 2.....                                                                   | 43 |
|     | Приложение 3.....                                                                   | 43 |
|     | Приложение 4.....                                                                   | 45 |

## ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных занятий по дисциплине «Основы социального прогнозирования» является закрепление и углубление знаний теоретической части дисциплины; формирование умений и навыков в использовании методов анализа, моделирования и прогнозирования социально-экономических явлений, приобретение навыков самостоятельного выполнения расчетов, в том числе с применением программных средств Microsoft Excel, Statistica, анализа и оформления полученных результатов.

Цель самостоятельной работы по дисциплине – повышение эффективности изучения теоретической части дисциплины и полноценной работы на лабораторных занятиях, а также получение навыков самостоятельного проведения поиска, сбора информации, использования методов, в том числе математических, для анализа, моделирования и прогнозирования социально-экономических явлений

## 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....

### 1.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 (часть 1, 2 и 3)

#### Тема работы.

Анализ рядов динамики. Построение тренда. Прогнозирование рядов динамики.

#### Краткие сведения из теории

Временной (динамический) ряд - ряд расположенных в хронологической последовательности значений статистических показателей. Каждый временной ряд включает два элемента: момент или период времени и конкретное значение показателя (уровень ряда). Уровни ряда обычно обозначают латинской буквой  $y$ , а моменты или периоды времени, к которым они относятся, - буквой  $t$ .

Для количественной оценки динамики социально-экономических явлений применяются статистические показатели: абсолютные приросты, темпы роста и прироста, темпы наращивания и др.

*Базисный абсолютный прирост*  $\Delta y_0$  исчисляется как разность между сравниваемым уровнем  $y_i$  и уровнем, принятым за постоянную базу сравнения  $y_{0_i}$  :

$$\Delta y_{\bar{0}_i} = y_i - y_{0_i}.$$

Цепной абсолютный прирост  $\Delta y_{\text{ц}}$  — разность между сравниваемым уровнем  $y_i$  и уровнем, который ему предшествует  $y_{i-1}$ :

$$\Delta y_{\text{ц}_i} = y_i - y_{i-1}.$$

Средний уровень ряда ( $\bar{y}$ ) динамики характеризует типическую величину абсолютных уровней. Метод расчета среднего уровня ряда динамики зависит от вида временного ряда.

Для интервального временного ряда абсолютных показателей с равными периодами времени средний уровень ряда  $\bar{y}$  рассчитывается по формуле простой арифметической:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}.$$

где  $n$  — число уровней ряда.

В моментном ряду динамики с равностоящими датами времени средний уровень определяется по формуле средней хронологической

$$\bar{y} = \frac{\frac{1}{2} y_1 + y_2 + \dots + \frac{1}{2} y_n}{n - 1}.$$

Динамический ряд теоретически может быть представлен в виде совокупности трех составляющих:

- 1) *тренд* — основная тенденция развития динамического ряда (тенденция к росту или к снижению);
- 2) циклические (периодические) колебания, в том числе сезонные;
- 3) случайные колебания.

На практике для непосредственного выявления и изучения тренда в рядах динамики используются три основных метода:

- метод укрупнения интервалов;
- метод скользящей средней;
- метод аналитического выравнивания.

При аналитическом выравнивании ряда динамики фактический уровень изучаемого показателя оценивается как функция времени (трендовая модель, уравнение регрессии)

$$y = f(t) + \varepsilon,$$

где  $f(t)$  — уровень, определяемый тенденцией развития;

$\varepsilon$  — случайное или циклическое отклонение от тенденции.

Подбор адекватной функции осуществляется методом наименьших квадратов — минимальностью отклонений суммы квадратов между теоретическими  $\hat{y}_i$  и эмпирическими  $y_i$  уровнями:

$$\sum (\hat{y}_i - y_i)^2 = \min.$$

В простейшем случае динамический ряд характеризуется *равномерным развитием*. Для этого типа динамики характерны постоянные абсолютные приросты:

$$\Delta y_n = \text{const}.$$

Основная тенденция развития в рядах динамики со стабильными приростами отображается уравнением линейной функции:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t,$$

где  $a_0$  и  $a_1$  — параметры уравнения;

$t$  — обозначение времени.

В практических расчетах для определения параметров математической функций при анализе тренда в рядах динамики используется *способ отсчета времени от условного начала*. Он основан на обозначении в ряду динамики показаний времени таким образом, чтобы  $\sum t = 0$ . При этом в ряду динамики с нечетным числом уровней порядковый номер уровня, находящегося в середине ряда, обозначают через нулевое значение и принимают его за условное начало отсчета времени с интервалом + 1 всех последующих уровней и - 1 всех предыдущих уровней. Например, при  $n = 5$  обозначения времени будут: - 2, - 1, 0, + 1, + 2. При четном числе уровней, например,  $n = 6$ , порядковые номера верхней половины ряда (от середины) обозначаются числами: - 1, - 3, - 5, а нижней половины ряда обозначаются + 1, + 3, + 5.

При использовании способа условного обозначения времени, когда  $\sum t = 0$ , параметры линейной функции примут вид

$$a_0 = \frac{\sum y}{n}; \quad a_1 = \frac{\sum ty}{\sum t^2};$$

Построив модель, проводят оценку ее надежности. Это делается посредством критерия Фишера. Фактический уровень ( $F_r$ ), вычисленный по исходным данным, сравнивается с теоретическим (табличным) значением:

$$F_r = \frac{\frac{1}{k-1} \sigma_{\text{fact}}^2}{\frac{1}{n-k} \sigma_{\text{oc}}^2}, \text{ или } F_r = \frac{\sigma_{\text{fact}}^2 (n-k)}{\sigma_{\text{oc}}^2 (k-1)},$$

где  $k$  — число параметров функции, описывающей тенденцию;  
 $n$  — число уровней ряда.

$\sigma_{\text{fact}}^2$  - факторная дисперсия

$\sigma_{\text{oc}}^2$  - остаточная дисперсия

Остаточная дисперсия определяется по формуле

$$\sigma_{\text{oc}}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n},$$

$$\sigma_{\text{fact}}^2 = \frac{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n},$$

По правилу сложения дисперсий общая дисперсия

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \sigma_{\text{fact}}^2 + \sigma_{\text{oc}}^2.$$

$F_r$  сравнивается с  $F_{\text{tab}}$  при  $\nu_1 = (k-1)$ ,  $\nu_2 = (n-k)$  степенях свободы и уровне значимости  $\alpha$  (обычно  $\alpha = 0,05$ ). Таблица теоретических значений приведена в Приложении 1. Если  $F_r > F_{\text{tab}}$ , то уравнение регрессии значимо, т.е. построенная модель адекватна фактической временной тенденции.

Для оценки точности модели вычисляют коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{\sigma_{\text{fact}}^2}{\sigma_y^2}, \quad 0 \leq R^2 \leq 1.$$

Если значение коэффициента детерминации  $R^2$  близко к 1, то модель близка к реальному процессу.

Построенную модель тренда можно использовать для прогноза (экстраполяции). Подставляя в полученное уравнение модели значение времени  $t_k$  ( $k \notin i = 1, 2, \dots, n$ ), получаем оценку прогнозного (предсказанного) значения

$$\hat{y}_k = a_0 + a_1 \cdot t_k.$$

Отличие оценки прогноза  $\hat{y}_k$  от истинного значения  $y_k$  определяется дисперсией ошибки прогноза

$$\sigma_F^2 = \sigma_y^2 \cdot \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_k - \bar{t})^2}{\sum (t_i - \bar{t})^2} \right].$$

Эта формула позволяет строить доверительные интервалы для прогноза  $y_k$ . Истинное значение прогноза заключено в интервале:

$$\hat{y}_k - t_{n-2}^\alpha \cdot \sigma_F \leq y_k \leq \hat{y}_k + t_{n-2}^\alpha \cdot \sigma_F,$$

где  $t_{n-2}^\alpha$  - табличное значение распределения Стьюдента при заданном уровне значимости  $\alpha$  и числе степеней свободы  $n-2$ . Табличные значения  $t_{n-2}^\alpha$  приведены в Приложении 2.

### Построение моделей временного ряда в MS Excel

В MS Excel существует специальный аппарат для аппроксимации экспериментальных данных с последующим подбором аппроксимирующей функции (линии тренда)  $y=f(t)$ .

Возможны следующие варианты функций.

1. Линейная  $y=a_0 + a_1 t$ . Обычно применяется в случаях, когда динамический ряд возрастает или убывает с постоянной скоростью.

2. Полиномиальная  $y=a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n$ , где  $n \leq 6$ . Используется для динамического ряда, попеременно возрастающего и убывающего. Степень полинома определяется количеством экстремумов (максимумов или минимумов) кривой. Полином второй степени может описать только один максимум или минимум, полином третьей степени может иметь один или два экстремума и т.д.

3. Логарифмическая  $y=a_0 + a_1 \ln(t)$ . Функция применяется для описания динамических рядов, которые вначале быстро растут или убывают, а затем постепенно стабилизируются.

4. Степенная  $y=bt^a$ . Функция используется для динамических рядов в постоянно увеличивающейся (или убывающей) скоростью роста.

5. Экспоненциальная  $y=ae^t$ . Применяется для описания динамических рядов, которые вначале быстро растут или убывают, а затем постепенно стабилизируются.

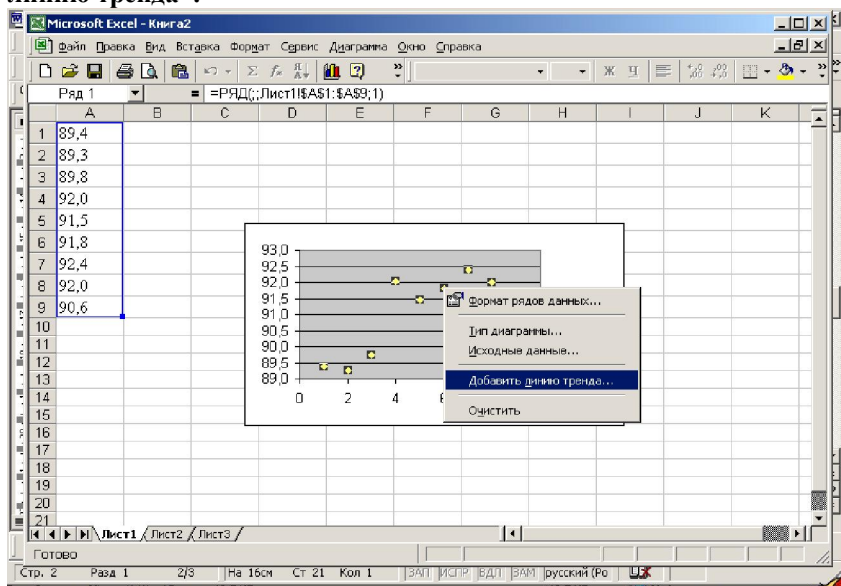
Степень близости аппроксимации экспериментальных данных выбранной функции оценивается коэффициентом детерминации  $R^2$ .

По построенной модели тренда MS Excel позволяет проводить точечный прогноз на заданное число шагов. Линиями тренда можно дополнить ряды данных, представленные на линейных диаграммах, гистограммах, графиках, точечных и пузырьковых графиках.

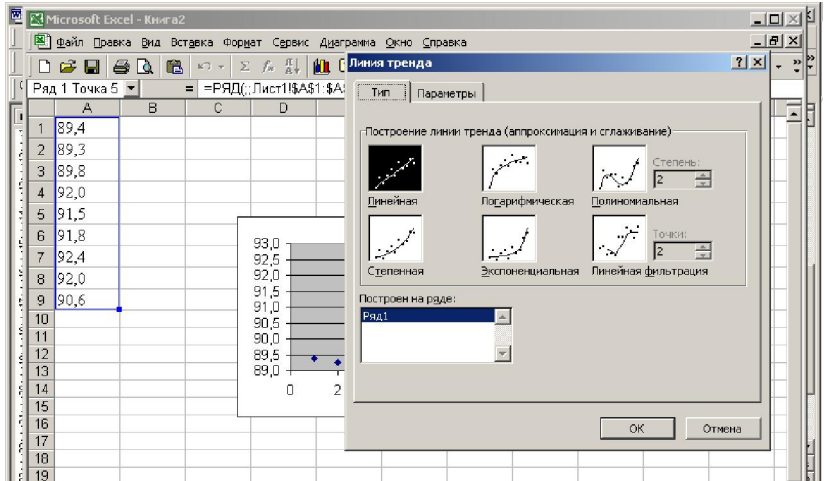
Для осуществления аппроксимации экспериментальных данных (подбора модели, построения линии тренда) необходимо выполнить следующие действия.

1. При помощи средства **Мастер диаграмм** построить график исходных данных.

2. Подвести курсор к графику. Щелчком правой кнопки мыши вызвать всплывающее контекстное меню и выбрать пункт **<Добавить линию тренда>**.

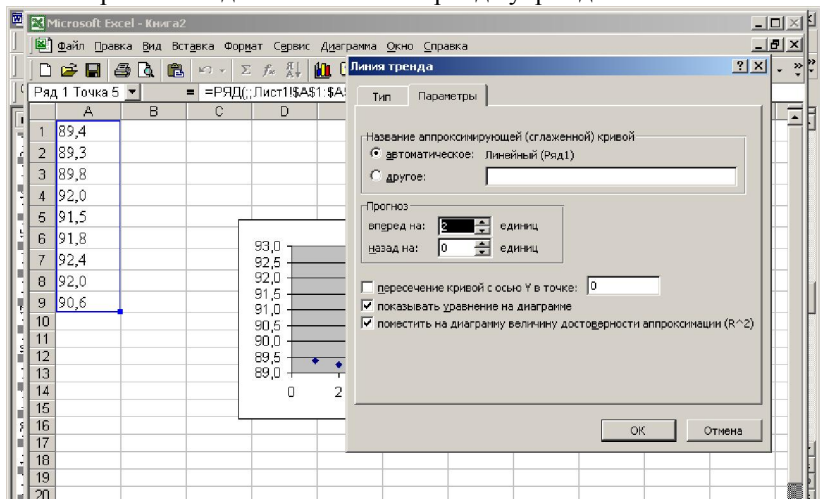


3. В появившемся диалоговом окне **<Линия тренда>** на вкладке **<Тип>** выбирается вид функции.

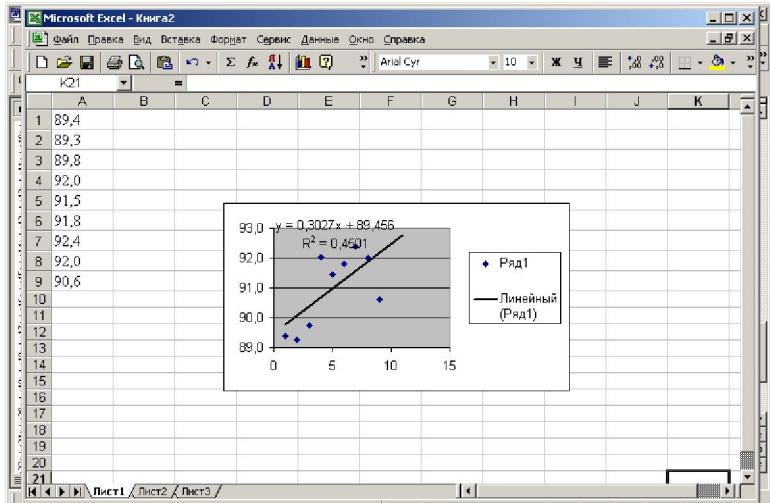


4. На вкладке «Параметры» задаются дополнительные параметры: отмечаем поля «показывать уравнение на диаграмме» и «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации ( $R^2$ )».

5. Для расчета прогнозного значения на вкладке «Параметры» в поле «Прогноз» задается значение периода упреждения.



6. По нажатию кнопки «ОК» получаем график с нанесенными линиями выбранного типа тренда, уравнением модели, значением коэффициента детерминации и прогнозным значением.



### Анализ периодической составляющей

Если в анализируемой временной последовательности наблюдаются устойчивые отклонения от тенденции (как в большую, так и в меньшую сторону), то можно предположить *наличие* в ряду динамики некоторых (одного или нескольких) **колебательных процессов**. Это особенно заметно, когда изучаемые явления имеют сезонный характер, — возрастание или убывание уровней повторяется регулярно с интервалом в один год (например, производство молока и мяса по месяцам года, потребление топлива и электроэнергии для бытовых нужд, сезонная продажа товаров и т.д.).

Уровень сезонности оценивается с помощью:

- 1) индексов сезонности;
- 2) гармонического анализа.

**Индексы сезонности** показывают, во сколько раз фактический уровень ряда в момент или интервал времени  $t$  больше среднего уровня либо уровня, вычисляемого по уравнению функции тенденции  $f(t)$ . Способы определения индексов сезонности зависят от наличия или отсутствия основной тенденции.

Если тренда нет или он незначителен, то для каждого месяца (квартала) индекс сезонности  $i_t$  равен

$$i_t = \frac{Y_t}{Y} (1),$$

где  $Y_t$  — средний уровень показателя за месяц (квартал)  $t$ ,  $Y$  — общий средний уровень показателя.

Пример 1. Имеются данные (табл.1) об объеме продаж акций на биржах России за 2003 г. (млн. руб.):

Таблица 1. Объемы продажи акций

| Месяц   | Уровень показателя ( $Y_t$ ) | $i_{t,сез}$ |          |        |       |
|---------|------------------------------|-------------|----------|--------|-------|
| Январь  | 12,78                        | 0,027       | Июль     | 327,68 | 0,682 |
| Февраль | 122,08                       | 0,254       | Август   | 277,12 | 0,576 |
| Март    | 709,98                       | 1,477       | Сентябрь | 418,31 | 0,870 |
| Апрель  | 1602,61                      | 3,334       | Октябрь  | 521,18 | 1,084 |
| Май     | 651,83                       | 1,356       | Ноябрь   | 396,20 | 0,824 |
| Июнь    | 220,80                       | 0,459       | Декабрь  | 508,34 | 1,057 |

$$Y = \frac{5768,91}{12} = 480,425 \text{ млн. руб. в месяц.}$$

Как видно, в 2003 г. были зарегистрированы три пика объемов продаж акций: в апреле, октябре и декабре.

При наличии тренда индекс сезонности определяется расчета отношения

$$i_t = Y_t / f(t);$$

где  $f(t)$  – значение тренда в соответствующей временной точке

Для анализа внутригодовой динамики социально-экономических явлений могут применяться *гармоники ряда Фурье*.

При аналитическом выражении изменений уровней ряда динамики используется формула

$$\hat{y}_t = a_0 + \sum (a_k \cos kt + b_k \sin kt). \quad (2)$$

В формуле (2)  $k$  определяет номер гармоник, который используется с различной степенью точности (обычно от 1 до 4).

При решении уравнения (2) параметры определяются на основе положений метода наименьших квадратов, в результате получают систему нормальных уравнений, параметры которых вычисляются по формулам:

$$a_0 = \frac{\sum y_i}{n}; \quad (3)$$

$$a_k = \frac{2}{n} \sum y_i \cos kt_i ; \quad (4)$$

$$b_k = \frac{2}{n} \sum y_i \sin kt_i . \quad (5)$$

При анализе ряда внутригодовой динамики по месяцам значение  $k$  принимается за 12. Подставляя месячные периоды как части окружности, ряд внутригодовой динамики можно записать в таком виде:

|                      |       |                  |                  |                  |                  |                  |       |                  |                  |                  |                  |                   |
|----------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Периоды<br>( $t_i$ ) | 0     | $\frac{1}{6}\pi$ | $\frac{1}{3}\pi$ | $\frac{1}{2}\pi$ | $\frac{2}{3}\pi$ | $\frac{5}{6}\pi$ | $\pi$ | $\frac{7}{6}\pi$ | $\frac{4}{3}\pi$ | $\frac{3}{2}\pi$ | $\frac{5}{3}\pi$ | $\frac{11}{6}\pi$ |
| Уровни<br>( $y_i$ )  | $y_1$ | $y_2$            | $y_3$            | $y_4$            | $y_5$            | $y_6$            | $y_7$ | $y_8$            | $y_9$            | $y_{10}$         | $y_{11}$         | $y_{12}$          |

Проиллюстрируем построение модели внутригодовой динамики по первой гармонике ряда Фурье на данных о розничном товарообороте по месяцам (табл. 2).

Таблица 2 - Розничный товарооборот по месяцам

| Месяц    | $t_i$   | Объем<br>розничного<br>товаро-<br>оборота,<br>млрд. руб. | $\cos t_i$ | $\sin t_i$ | $y_i \cos t_i$<br>(для<br>формулы<br>4) | $y_i \sin t_i$<br>(для<br>формулы<br>5) | $\hat{y}_{t_i}$ |
|----------|---------|----------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|
| 1        | 2       | 3                                                        | 4          | 5          | 6                                       | 7                                       | 8               |
| Январь   | 0       | 27,3                                                     | 1,0        | 0,0        | 27,3                                    | 0,0                                     | 30,1            |
| Февраль  | (1:6)π  | 28,0                                                     | 0,866      | 0,5        | 24,2                                    | 14,0                                    | 29,5            |
| Март     | (1:3)π  | 31,2                                                     | 0,5        | 0,866      | 15,6                                    | 27,0                                    | 29,2            |
| Апрель   | (1:2)π  | 30,1                                                     | 0,0        | 1,0        | 0,0                                     | 30,1                                    | 29,2            |
| Май      | (2:3)π  | 29,2                                                     | -0,5       | 0,866      | -14,6                                   | 25,3                                    | 29,6            |
| Июнь     | (5:6)π  | 30,0                                                     | -0,866     | 0,5        | -26,6                                   | 15,0                                    | 30,2            |
| Июль     | π       | 30,1                                                     | -1,0       | 0,0        | -30,1                                   | 0,0                                     | 30,9            |
| Август   | (7:6)π  | 32,0                                                     | -0,866     | -0,5       | -27,7                                   | -16,0                                   | 31,5            |
| Сентябрь | (4:3)π  | 31,4                                                     | -0,5       | -0,866     | -15,7                                   | -27,2                                   | 31,8            |
| Октябрь  | (3:2)π  | 32,3                                                     | 0,0        | -1,0       | 0,0                                     | -32,3                                   | 31,8            |
| Ноябрь   | (5:3)π  | 31,2                                                     | 0,5        | -0,866     | 15,6                                    | -27,0                                   | 31,4            |
| Декабрь  | (11:6)π | 33,5                                                     | 0,866      | -0,5       | 29,0                                    | -16,7                                   | 30,8            |
|          | ×       | 366,4                                                    | ×          | ×          | -2,4                                    | -7,8                                    | 366,0           |

Применяя **первую гармонiku** ряда Фурье ( $k=1$ ), определяются параметры уравнения (2):

с учетом итогового значения графы 4 табл.2 по формуле (3)

$$a_0 = \frac{366,4}{12} = 30,5 ;$$

с учетом итогового значения графы 6 табл.2 по формуле (4)

$$a_1 = \frac{2 \cdot (-2,4)}{12} = -0,4 ;$$

с учетом итогового значения графы 7 табл.2 по формуле (5)

$$b_1 = \frac{2 \cdot (-7,8)}{12} = -1,3 .$$

По полученным параметрам синтезируется математическая модель:

$$\hat{y}_t = 30,5 - 0,4 \cos t - 1,3 \sin t . \quad (6)$$

На основе модели (5) определяются для каждого месяца расчетные уровни  $\hat{y}_t$

для января:  $\hat{y}_t = 30,5 - 0,4 \cdot 1,0 - 1,3 \cdot 0 = 30,1$  млрд. руб.;

.....

для декабря:  $\hat{y}_t = 30,5 - 0,4 \cdot 0,866 - 1,3 \cdot (-0,5) = 30,8$  млрд. руб.

Вычисленные для января и декабря теоретические уровни  $\hat{y}_t$  записаны в гр. 8 табл. 2.

Правильность вычислений проверяется:  $\sum y = \sum \hat{y}$

### Задание на лабораторную работу. Часть 1

**Цель работы** – Построение динамических рядов. Вычисление показателей динамики. Построение модели тренда временного ряда. Расчет точечного и интервального прогноза.

#### Исходные данные.

В соответствии с номером варианта необходимо из таблицы исходных данных о динамике численности населения Томской области (Приложение 3) выбрать две указанные в варианте категории населения и провести их анализ в пределах указанных годов

| Номер варианта | Годы      | Категория населения |              |
|----------------|-----------|---------------------|--------------|
|                |           | для модели 1        | для модели 2 |
| 1              | 1950-1964 | Все население       | Городское    |
| 2              | 1960-1975 | Все население       | Городское    |
| 3              | 1961-1980 | Все население       | Городское    |
| 4              | 1970-1985 | Все население       | Городское    |
| 5              | 1976-1990 | Все население       | Городское    |

|    |           |               |           |
|----|-----------|---------------|-----------|
| 6  | 1980-1999 | Все население | Городское |
| 7  | 1985-2001 | Все население | Городское |
| 8  | 1950-1964 | Все население | Сельское  |
| 9  | 1960-1975 | Все население | Сельское  |
| 10 | 1961-1980 | Все население | Сельское  |
| 11 | 1970-1985 | Все население | Сельское  |
| 12 | 1976-1990 | Все население | Сельское  |
| 13 | 1980-1999 | Все население | Сельское  |
| 14 | 1985-2001 | Все население | Сельское  |
| 15 | 1960-1975 | Городское     | Сельское  |
| 16 | 1961-1980 | Городское     | Сельское  |
| 17 | 1970-1985 | Городское     | Сельское  |
| 18 | 1976-1990 | Городское     | Сельское  |
| 19 | 1980-1999 | Городское     | Сельское  |
| 20 | 1985-2001 | Городское     | Сельское  |

### **Порядок выполнения задания**

1) Для каждой указанной в варианте категории населения вычислить цепные и базисные абсолютные приросты.

2) Для каждой указанной в варианте категории населения вычислить среднегодовую численность населения в указанный период времени.

3) Для каждой указанной в варианте категории населения построить линейную модель временного ряда, провести ее оценку по критерию Фишера, рассчитать коэффициент детерминации. Построить график динамики исходных и выровненных значений.

4) Вычислить точечный прогноз и доверительные интервалы.

### **Задание на лабораторную работу. Часть 2**

Пользуясь средствами MS Excel, по исходным данным 1-й части лабораторной работы провести исследования различного вида моделей тренда.

### **Задание на лабораторную работу. Часть 3**

**Цель работы** – Построение динамических рядов. Вычисление показателей динамики. Анализ периодической составляющей временного ряда.

Исходные данные.

В соответствии с номером варианта необходимо выбрать столбец с данными из таблицы

|          | ВАРИАНТ                   |                           |                           |                           |                           |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|          | 1                         | 2                         | 3                         | 4                         | 5                         |
|          | Товaroоборот,<br>млн.руб. | Товaroоборот,<br>млн.руб. | Товaroоборот,<br>млн.руб. | Товaroоборот,<br>млн.руб. | Товaroоборот,<br>млн.руб. |
| Январь   | 785,7                     | 465,8                     | 310,9                     | 67,5                      | 78,0                      |
| Февраль  | 793,9                     | 405,6                     | 318,3                     | 67,6                      | 77,6                      |
| Март     | 802,8                     | 386,9                     | 315,9                     | 67,5                      | 77,5                      |
| Апрель   | 801,5                     | 500,9                     | 310,6                     | 67,0                      | 77,3                      |
| Май      | 815                       | 511,4                     | 303,6                     | 66,7                      | 77,1                      |
| Июнь     | 821,3                     | 545,2                     | 296,1                     | 66,3                      | 76,9                      |
| Июль     | 811,6                     | 518                       | 293,6                     | 66,0                      | 76,8                      |
| Август   | 804,7                     | 508,2                     | 296,5                     | 66,5                      | 76,8                      |
| Сентябрь | 823,1                     | 505,7                     | 297,4                     | 66,9                      | 76,8                      |
| Октябрь  | 865,9                     | 566,9                     | 299                       | 66,7                      | 76,9                      |
| Ноябрь   | 876,8                     | 580,3                     | 296,5                     | 66,1                      | 77,2                      |
| Декабрь  | 867,2                     | 592,5                     | 294,4                     | 66,1                      | 77,4                      |

|          | ВАРИАНТ                |                        |                             |                             |                                       |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|          | 6                      | 7                      | 8                           | 9                           | 10                                    |
|          | Температура<br>воздуха | Температура<br>воздуха | Производство<br>станков, шт | Производство<br>станков, шт | Численность<br>населения,<br>тыс.чел. |
| Январь   | -23                    | -18                    | 23                          | 23                          | 146,3                                 |
| Февраль  | -15                    | -14                    | 20                          | 20                          | 145,2                                 |
| Март     | -5                     | -5                     | 25                          | 25                          | 145,0                                 |
| Апрель   | 5                      | 5                      | 20                          | 20                          | 144,3                                 |
| Май      | 10                     | 10                     | 20                          | 20                          | 143,8                                 |
| Июнь     | 18                     | 18                     | 18                          | 18                          | 143,2                                 |
| Июль     | 25                     | 22                     | 27                          | 27                          | 142,8                                 |
| Август   | 18                     | 20                     | 18                          | 18                          | 142,8                                 |
| Сентябрь | 12                     | 12                     | 20                          | 20                          | 142,7                                 |
| Октябрь  | 7                      | 0                      | 20                          | 20                          | 142,9                                 |
| Ноябрь   | -4                     | -9                     | 23                          | 23                          | 142,9                                 |
| Декабрь  | -19                    | -16                    | 20                          | 66,1                        | 143,0                                 |

### Порядок выполнения задания

- 1) Вычислить цепные абсолютные приросты
- 2) Провести сглаживание временного ряда методом трехзвенной скользящей средней, построить графики исходных и расчетных значений.
- 3) Пользуясь средствами MS Excel, провести исследования различного вида моделей тренда. Рассмотреть линейную модель, полиномы 2-й и т.д. степеней, помещая на график уравнение тренда и значения коэффициента детерминации.

4) Провести исследование периодической составляющей:

4.1. Вычислить индексы сезонности относительно среднего уровня ряда по формуле (1)

4.2. Провести анализ, применяя *гармоники ряда Фурье*.

- провести нумерацию динамического ряда, представляя месячные периоды как части окружности
- применяя **первую гармонику** ряда Фурье ( $k=1$ ), определить параметры уравнения (2) по формулам 3-6.
- по полученным параметрам построить математическую модель и вычислить для каждого месяца расчетные уровни  $\hat{y}_t$
- построить графики исходных и расчетных значений

#### **Вопросы для защиты работы.**

- 1) Дать определения показателей динамики.
- 2) Объяснить выбор формул для расчета показателей динамики.
- 3) Объяснить метод нумерации времени.
- 4) Объяснить результаты построения линейных моделей.
- 5) Объяснить, для какой категории населения линейная модель подходит в большей степени.
- 6) Какая из полученных средствами MS Excel точнее?
- 7) Дать определения показателей динамики.
- 8) Объяснить выбор формул для расчета показателей динамики.
- 9) Обосновать наличие или отсутствие тренда
- 10) Обосновать наличие или отсутствие периодической составляющей в исследуемом процессе

## **1.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 (часть 1 и 2)**

### **Тема работы**

Выявление типологии объектов. Построение группировок. Методы многомерной классификации (кластер-анализ) в программной системе Statistica..

### **Краткие сведения из теории**

*Группировка* проводится с целью установления статистических связей и закономерностей, построения описания объекта, выявления структуры изучаемой совокупности. В зависимости от размерности признакового пространства (числа признаков) можно выделить

простые (монотетические) и сложные (комбинационные, многомерные, политетические) группировки

*Типологическая группировка* служит для выделения социально-экономических типов. Этот вид группировок в значительной степени определяется представлениями экспертов о том, какие типы могут встретиться в изучаемой совокупности. Последовательность ее построения следующая:

- 1) называются те типы явлений, которые могут быть выделены;
- 2) выбираются группировочные признаки, формирующие описание типов;
- 3) устанавливаются границы интервалов;
- 4) проводится разбиение совокупности на группы: единицы совокупности на основе комбинации группировочных признаков объединяются в намеченные типы, и определяется численность каждого из типов.
- 5) группировка оформляется в таблицу,
- 6) проводится оценка качества группировки.

Правильность проведения типологической группировки проверяется. Для этого рассчитываются сводные показатели по группам (средние, показатели вариации), коэффициент детерминации.

Коэффициент детерминации  $R^2$  определяется на основе *правила сложения дисперсий*. Если совокупность разбита на группы, то дисперсия признака  $\sigma^2$  может быть определена как сумма межгрупповой дисперсии  $\delta_{dgr}^2$  и средней из групповых дисперсий  $\overline{\sigma_i^2}$ :

$$\sigma^2 = \overline{\sigma_i^2} + \delta_{dgr}^2$$

$$\overline{\sigma_i^2} = \frac{\sum (\sigma_i^2 f_i)}{\sum f_i},$$

где  $\sigma_i^2 = \frac{\sum (x - \overline{x_i})^2}{f_i}$  — дисперсия признака в группе  $i$  (групповая дисперсия);

$x$  — индивидуальное значение признака;

$\overline{x_i}$  — среднее значение признака в группе  $i$ ;

$f_i$  — число наблюдений в группе  $i$ .

Межгрупповая дисперсия вычисляется по формуле

$$\sigma_{dgr}^2 = \frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i},$$

где  $\bar{x}$  — среднее значение признака в совокупности.

Отношение межгрупповой дисперсии к общей дает возможность измерить вариацию результативного признака за счет факторного, то есть признака, положенного в основание группировки, и тем самым судить о связи между изучаемыми признаками:

$$R^2 = \frac{\sigma_{dgr}^2}{\sigma^2},$$

где  $R^2$  — коэффициент детерминации.

Коэффициент детерминации изменяется от 0 до 1. Если значение  $R^2$  близко к 1, то типологическая группировка построена правильно.

*Методы многомерной классификации (группировки)* позволяют проводить разбиение совокупности на основе множества признаков. В общей постановке задача классификации объектов заключается в том, чтобы некоторую совокупность  $n$  объектов, статистически представленную в виде матрицы  $X$ , разбить на сравнительно небольшое число  $k$  (заранее известно или нет) однородных в определенном смысле групп (классов, типов, кластеров, таксонов).

Одним из методов многомерной классификации является кластер-анализ (англ. The cluster – группа, пучок, куст, т.е. объединение каких-то однородных объектов, явлений).

Каждый объект является точкой в признаковом пространстве, которое представляет собой область варьирования всех признаков совокупности изучаемых явлений. Расстояния между точками определяет «схожесть» объектов: чем ближе точки, тем более похожи (однородны) объекты по своим характеристикам. В качестве расстояния будем рассматривать евклидово расстояние:

$$d_E(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2};$$

Принцип работы *иерархических агломеративных процедур* состоит в последовательном объединении групп элементов сначала самых близких, а затем все более отдаленных друг от друга.

В агломеративно – иерархических алгоритмах процесс объединения объектов в группы совершается последовательно за  $n-1$  шагов (если объединяются все  $n$  объектов).

На первом шаге в матрице расстояний (различий)  $D$  находится минимальный элемент  $d_{ij}$  и объекты  $i$  и  $j$  объединяются в один кластер  $i + j$ , состоящий из двух единиц – объектов. После этого матрица различий изменяется. Из нее выбрасываются две строки и два столбца, содержащие расстояния от  $i$  и  $j$  до остальных объектов, но добавляется одна строка и один столбец с расстоянием от кластера  $i + j$  до остальных объектов. При пересчете матрицы расстояние  $d_{i+j,k}$  между объединенным кластером  $(i + j)$  и любым из остальных кластеров  $k$  вычисляются по определенному правилу, которое определяет алгоритм. В социально-экономических исследованиях применяются также алгоритмы минимальной (одной) связи или «ближайшего соседа»: «дальнего соседа», среднего связывания, Варда, центроидной и другие иерархические алгоритмы, реализованные в статистических пакетах.

Далее, на каждом шаге процедура повторяется, т.е. находится минимальный элемент в матрице расстояний и соответствующие кластеры объединяются в один. Итогом работы алгоритма является иерархическое дерево (дендрограмма), отражающая последовательность создания вариантов кластеризации на  $n, (n-1), \dots, 2, 1$  групп.

Последовательные процедуры кластер-анализа рассмотрим на примере метода  $k$  - средних. В отличие от иерархических алгоритмов в последовательных процедурах на каждом шаге обрабатываются одно наблюдение.

Пусть наблюдения  $X_1, X_2, \dots, X_n$  надо разбить на  $k$  ( $k < n$ ) классов, однородных в смысле некоторой метрики.

Смысл алгоритма состоит в последовательном уточнении эталонных точек – центров классов  $E^{(v)} = \{e_1^{(v)}, e_2^{(v)}, \dots, e_k^{(v)}\}$ ,  $v$  - номер итерации. При этом эталонным точкам приписываются «веса»  $\Omega^{(v)} = \{\omega_1^{(v)}, \omega_2^{(v)}, \dots, \omega_k^{(v)}\}$ , которые пересчитываются на каждом шаге.

Реализация алгоритма происходит в два этапа. На первом этапе пересчитываются эталонные точки, на втором этапе производится разбиение объектов на  $k$  классов по числу эталонных точек.

*Этап 1.*

В качестве нулевого приближения примем первые  $k$  точек (объектов) исходной совокупности:

$$e_i^{(0)} = X_i, \omega_i^{(0)} = 1, i = \overline{1, k}.$$

На первом шаге «извлекается» точка  $X_{k+1}$  и выясняется, к какому из эталонов она ближе, то есть рассчитываются расстояния от точки  $X_{k+1}$  до каждого эталона. Этот ближайший эталон заменяется новым эталоном – центром тяжести старого и присоединенной точки – с увеличением веса. А остальные эталоны не изменяются. Затем появляется следующая точка, и опять выясняется, к какому из эталонов она ближе и т.д.

Максимальное число итераций -  $n - k$ . Пересчет эталонов заканчивается, если задано число итераций, либо когда эталоны перестают «колебаться», то есть  $\max d(e_k^\nu, e_k^{\nu-1}) \leq \varepsilon$ .

#### *Этап 2.*

Процесс разбиения исходной совокупности объектов на классы следующий:

извлекается точка  $X_i (i = \overline{1, n})$  и вычисляются расстояния от нее до всех  $e_j (j = \overline{1, k})$  эталонов. Если  $d(X_i, e_s) = \min_{1 \leq j \leq k} d(X_i, e_j)$ ,

то точка  $X_i$  включается в класс, образованный эталоном  $e_s$ . В результате последовательного просмотра все точки будут разбиты на заданное число классов. Результатом является алфавит классификации, то есть списки объектов, входящих в каждый кластер.

### **Задание на лабораторную работу. Часть 1.**

**Цель:** Построение типологической группировки в MS Excel. Оценка качества группировки.

#### Исходные данные.

Номер варианта определяет номера двух показателей исходных данных, приведенных в Приложении 4.

| №<br>варианта | Показа-<br>тель<br>1 | Показа-<br>тель<br>2 | №<br>варианта | Показа-<br>тель<br>1 | Показа-<br>тель<br>2 |
|---------------|----------------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 1             | 1                    | 3                    | 11            | 2                    | 16                   |
| 2             | 1                    | 5                    | 12            | 15                   | 18                   |
| 3             | 10                   | 11                   | 13            | 6                    | 17                   |
| 4             | 10                   | 15                   | 14            | 6                    | 16                   |
| 5             | 6                    | 9                    | 15            | 3                    | 16                   |
| 6             | 1                    | 6                    | 16            | 3                    | 10                   |
| 7             | 1                    | 7                    | 17            | 3                    | 11                   |

| Регион | Показатель 1 | Показатель 2 |
|--------|--------------|--------------|
| 1      | $x_1$        | $y_1$        |
| ...    | ...          | ...          |
| $i$    | $x_i$        | $y_i$        |
| ...    | ...          | ...          |
| $n$    | $x_n$        | $y_n$        |

Таблица 1. Значения статистических показателей типологической группировки

[illegible]

- Оценить качество построенной группировки на основе расчета коэффициента детерминации  $R^2$  по каждому показателю.
- Оформить отчет на компьютере в WORD. Поместить в отчет исходные данные, табл..1, значение коэффициента детерминации, графики. Дать содержательную интерпретацию результатов.

### **Задание на лабораторную работу. Часть 2.**

#### **Цель работы.** Кластер-анализ в системе STATISTICA

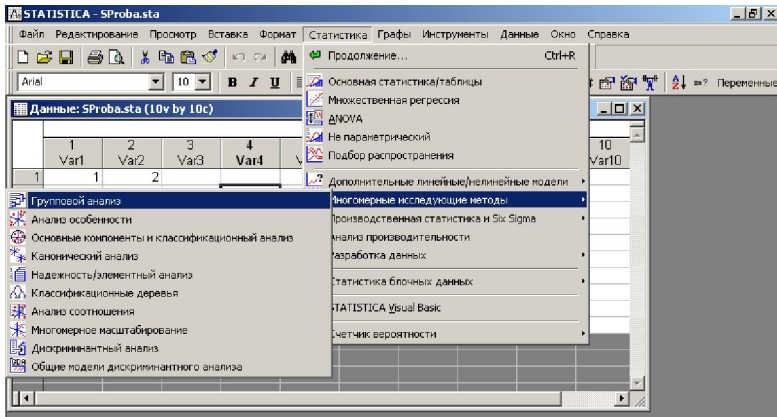
#### **Исходные данные.**

Запустить модуль стартовый модуль программной системы statistic.exe (или STA\_BAS.EXE). Скопировать файл исходных данных из EXCEL в систему STATISTICA, предварительно увеличив число строк (случаев – *case*) до нужного количества.

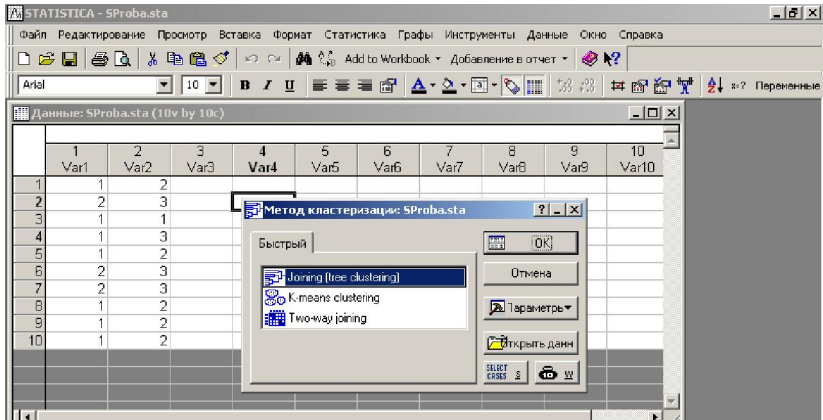
### **4.4 Порядок выполнения задания**

- Построить график – расположение объектов-регионов в пространстве числовых признаков.
- Вычислить коэффициент корреляции между признаками.
- Провести классификацию объектов-регионов в пространстве числовых признаков с помощью иерархических алгоритмов.

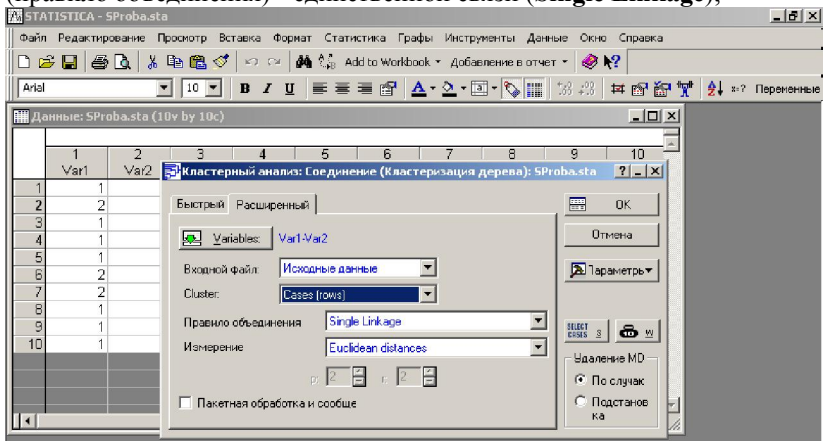
**Шаг1.** Выбрать (переключиться) модуль **Cluster Analysis** (<Статистика>, <Многомерные исследующие методы>, <Групповой анализ>):



**Шаг2.** Выбрать метод кластеризации - *иерархические алгоритмы*  
**Joining (tree clustering):**



*Шаг3.* Задать список переменных. В окне <Cluster> установить «cases (rows)», так как классифицируем объекты – случаи. Выбрать алгоритм (правило объединения) – единственной связи (**Single Linkage**);



*Шаг4.* Нажав на кнопку <OK>, получить результат – дендрограмму. По дендрограмме определить варианты разбиения на 3 класса. Определить какие объекты относятся к первому, второму и третьему классам. Результаты занести в таблицу 4.2.

*Шаг5.* Вернуться панель выбора алгоритма (п.3.3). Выбрать алгоритм (правило объединения) – **Ward's method**. Получить результат – дендрограмму. По дендрограмме определить варианты разбиения на 3 класса. Результаты также занести в таблицу 4.2.

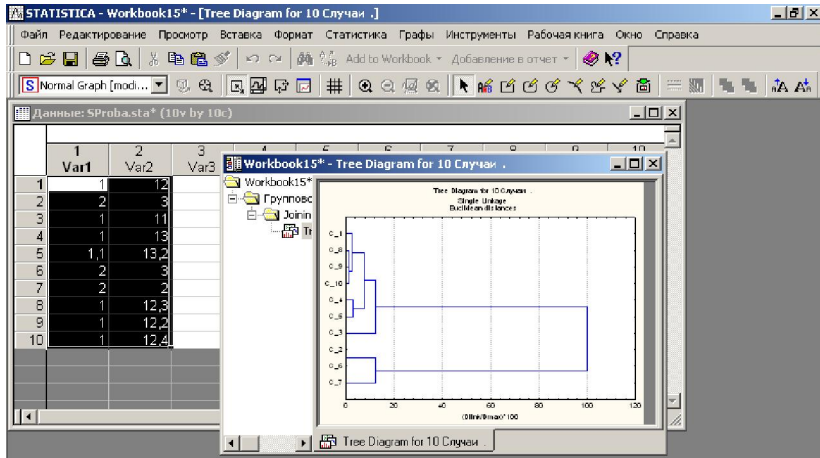


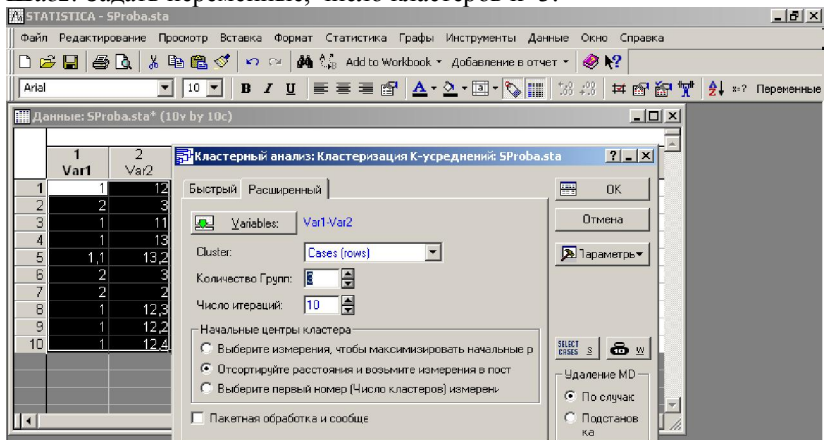
Таблица 4.2. Варианты разбиения регионов на классы

|                       | Названия регионов, входящих в классы |          |          |
|-----------------------|--------------------------------------|----------|----------|
|                       | Класс № 1                            | Класс №2 | Класс №3 |
| <b>Single Linkage</b> |                                      |          |          |
| <b>Ward</b>           |                                      |          |          |
| <b>k-means</b>        |                                      |          |          |

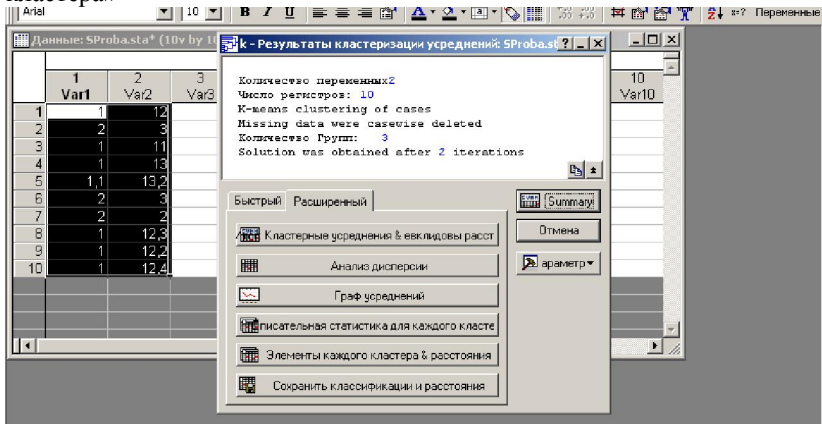
4. Провести кластерный анализ на 3 класса, используя метод К-средних (**k-means clustering**).

*Шаг1.* На панели выбора метода (п.3.1, п.3.2) выбрать **k-means clustering**.

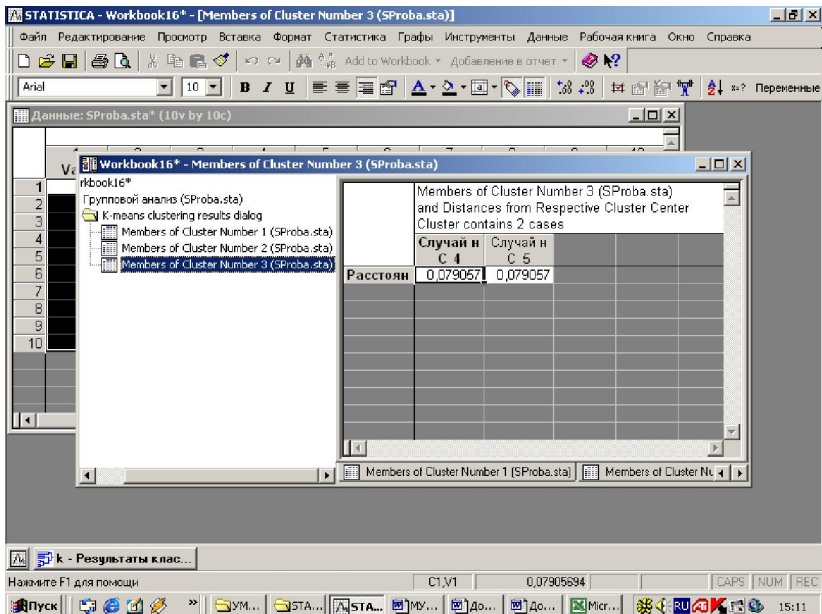
*Шаг2.* Задать переменные, число кластеров  $k=3$ .



*Шаг3.* На панели результатов выбрать пункт «Элементы каждого кластера»



*Шаг4.* Последовательно просмотреть файлы (по каждому кластеру) и записать результаты в табл 4.2.



5. Добавить в отчет, выполненный в 1-й части лабораторной работы, коэффициент корреляции и табл.4.2. Сравнить результаты, полученные методом типологической группировки и тремя алгоритмами кластер-анализа.

**Вопросы для защиты работы.**

- 1) В чем состоит назначение типологической группировки?
- 2) По какому из двух признаков совокупность менее однородна?
- 3) Существует ли взаимосвязь между признаками?
- 4) Дайте содержательную интерпретацию результатов типологической группировки.
- 5) В чем отличие иерархических и последовательных алгоритмов кластер-анализа?
- 6) Охарактеризуйте группы, полученные в результате применения алгоритма к-средних.
- 7) Сравните результаты типологической группировки и кластер-анализа.

**1.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 (ЧАСТЬ 1 и 2)...**

**Цель:** Исследование взаимосвязи признаков. Обработка и анализ данных социологического исследования с использованием программной системы EXEL.

**ЗАДАНИЕ**

**ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ.** В файле ДляЛАБ\_ТАБЛИЦЫ.xls приведены данные 50 респондентов о предпочитаемых напитках. При этом данные закодированы следующим образом: первая переменная ПОЛ (1- мужской, 2-женский), НАПИТОК (1-pepsi, 2-cola).

В соответствии с вариантом отобрать для анализа 20 анкет (строк).

|            |      |      |       |       |       |       |       |       |
|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| № варианта | 1    | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Строки     | 2-21 | 5-24 | 10-29 | 15-34 | 20-39 | 25-44 | 30-49 | 32-51 |
| № варианта | 9    | 10   | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |       |
| Строки     | 3-22 | 6-25 | 11-30 | 16-35 | 21-40 | 26-45 | 31-50 |       |

**Порядок выполнения работы.**

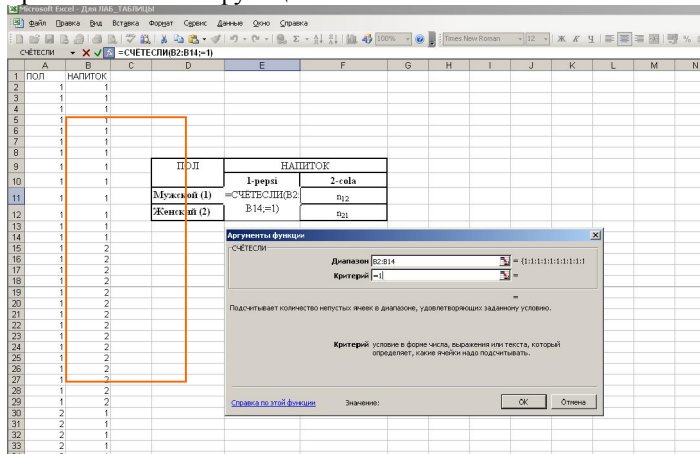
1. Построить четырехклеточную таблицу вида

| ПОЛ         | НАПИТОК  |          |
|-------------|----------|----------|
|             | 1-pepsi  | 2-cola   |
| Мужской (1) | $n_{11}$ | $n_{12}$ |
| Женский (2) | $n_{21}$ | $n_{21}$ |

Для удобства подсчета  $n_{11}$ ,  $n_{12}$ ,  $n_{21}$ ,  $n_{22}$  провести сортировку данных по первой переменной, а затем по второй.

Заполнение таблицы 2x2 можно провести «вручную» или воспользоваться функцией СЧЁТЕСЛИ.

Пример использования функции СЧЁТЕСЛИ:



В клетку  $n_{11}$  занесется число объектов, имеющих значение «1» по первому признаку и значение «1» по второму признаку.

2. Провести одномерный анализ данных: рассчитать частоты, относительные частоты по каждому признаку, построить диаграммы различных видов (гистограммы, секторные; линейные и др.
3. провести анализ таблицы 2x2: установить наличие связи, рассчитать коэффициенты ассоциации, контингенции
4. Объяснить полученные результаты

### Лабораторная работа 3. Часть 2

**Цель:** Обработка и анализ данных социологического исследования с использованием программной системы СТАТИСТИКА. Исследование взаимосвязи признаков.

#### ЗАДАНИЕ

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ. В файле Для\_Лаб\_30анкет.xls приведены ответы 30 респондентов на 10 вопросов

- 1) В соответствии с вариантом отобрать для анализа 2 вопроса (столбца).

|                |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |
|----------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|
| № варианта     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | 7 | 8 |   |    |
| Вопрос разреза | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Вопрос анализа | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 4 | 5 | 1 | 2 | 3  |

1.С КАКИМ НАСТРОЕНИЕМ ВЫ СМОТРИТЕ В БУДУЩЕЕ(1-оптимистично, 2-пессимистично)

2. Насколько широк КРУГ вашего общения?(1-много друзей. 2-чувствую одиноким)

3. ХОТЕЛИ БЫ ВЫ ИМЕТЬ ЛИЧНОЕ ОГНЕСТРЕЛЬНОЕ ОРУЖИЕ?(1-да, 0-нет)

4. Считаете ли вы, что удачный брак -фактор жизненного успеха (1-скорее да, 2- не влияет)

5. ПЛАНИРУЕТЕ РАБОТАТЬПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ВУЗА? (1-ДА, 2- НЕОБЯЗАТЕЛЬНО)

6. ПОЛ (1-м, 2-ж)

7. ВОЗРАСТ

8. ВУЗ

9. ПРОФИЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ, КОТОРОЕ ВЫ ПОЛУЧАЕТЕ:(1-технический, 2- гуманитарный)

10. КУРС

2) Запустить модуль базовых характеристик STA\_BAS.EXE.

3)Создать файл с исходными данными:

в стандартном файле 10x10 добавить 20 строк и удалить 8 столбцов

скопировать выбранные 2 столбца из файла Для\_Лаб\_50анкет.xls с данными анкет и вставить их в подготовленную таблицу

4) Провести анализ таблицы сопряженностей 2x2:

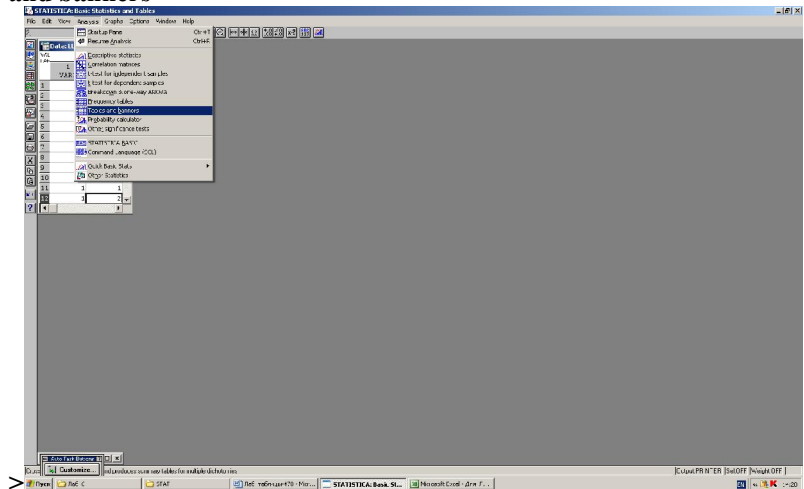
Средствами СТАТИСТИКА построить таблицу сопряженности 2x2, получить Хи-квадрат, сравнить его с табличным, получить коэффициенты  $\Phi$ , Крамера, контингенции

5)Оформить отчет (*на бумаге!*) записать таблицы сопряженностей, значения Хи-квадрат фактическое и теоретическое, значения коэффициентов. Объяснить полученные результаты.

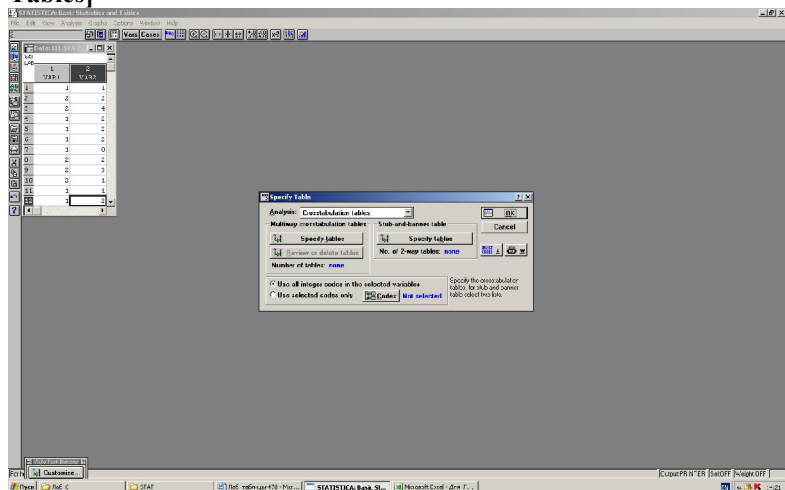
**Руководство к п.3.**

Для установления связей между номинальными признаками необходимо построить таблицу сопряженности. В ППП СТАТИСТИКА это производится следующим образом:

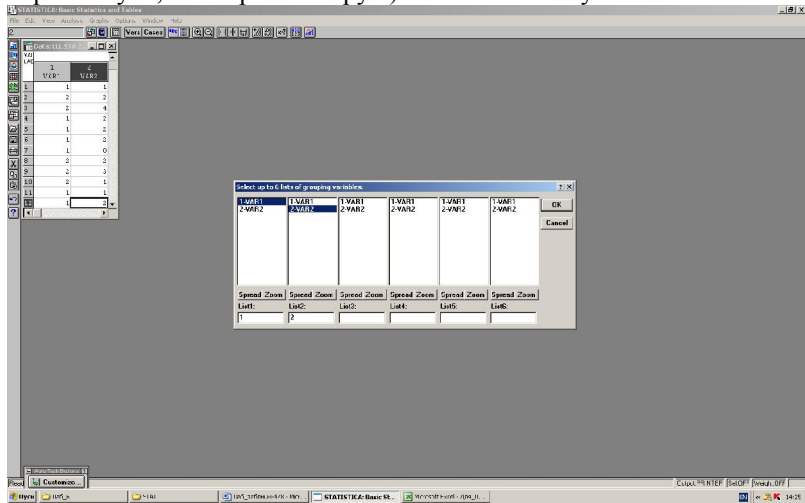
3.1. На стартовой панели базовых статистик выбрать пункт **< Tables and banners**



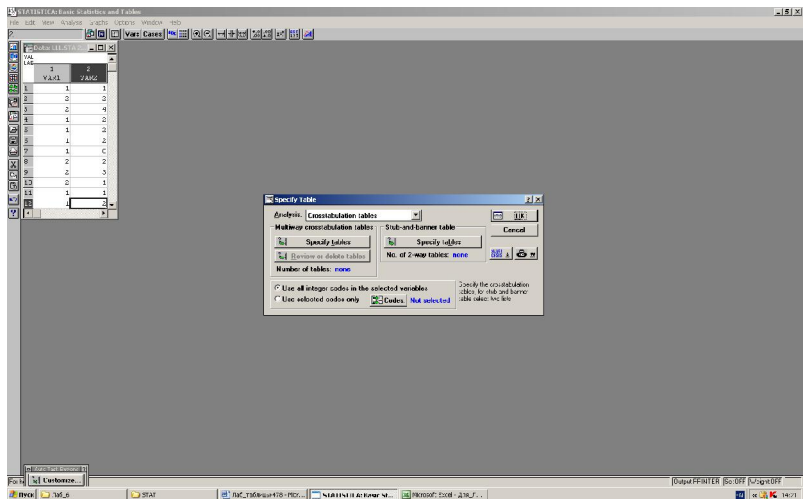
3.2. На панели < Specify Table > в пункте нажать кнопку [**Specify Tables**]



3.3. Отметить переменные анализа (в первом столбце –первую переменную, во втором - вторую) и нажать кнопку < OK >.



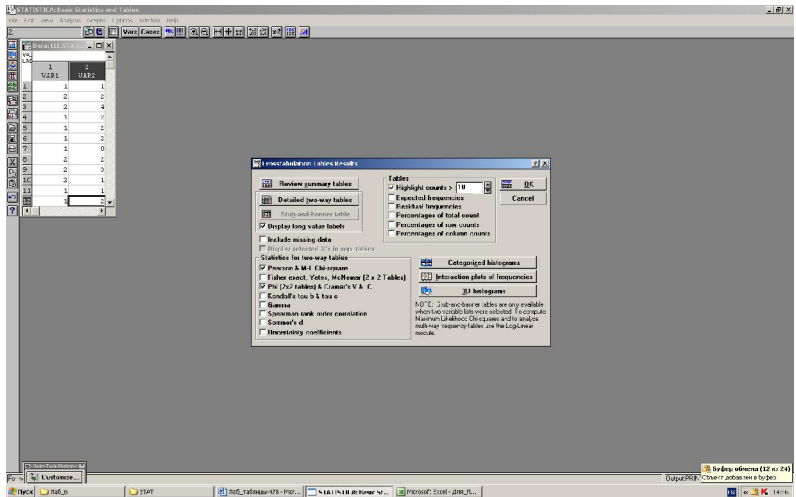
3.4. На панели < Specify Table > нажать кнопку < OK >



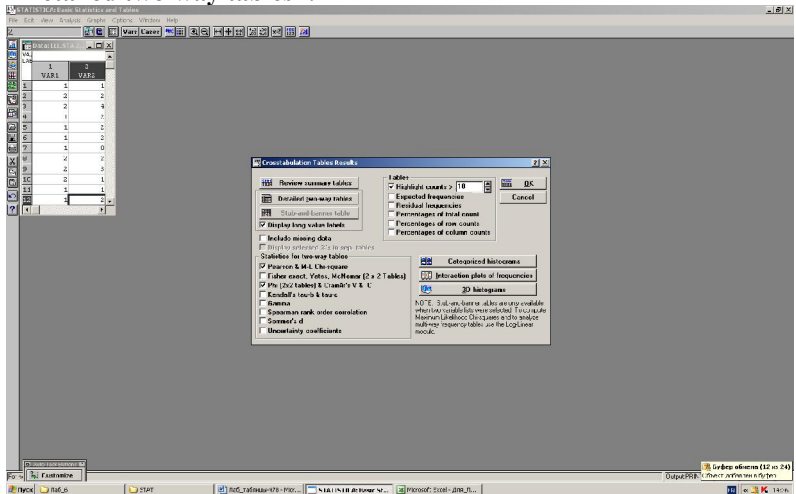
3.5. Отметить на панели <Crosstabulation Tables Results> характеристики

Pearson & M-L Chi-square - Хи-квадрат и

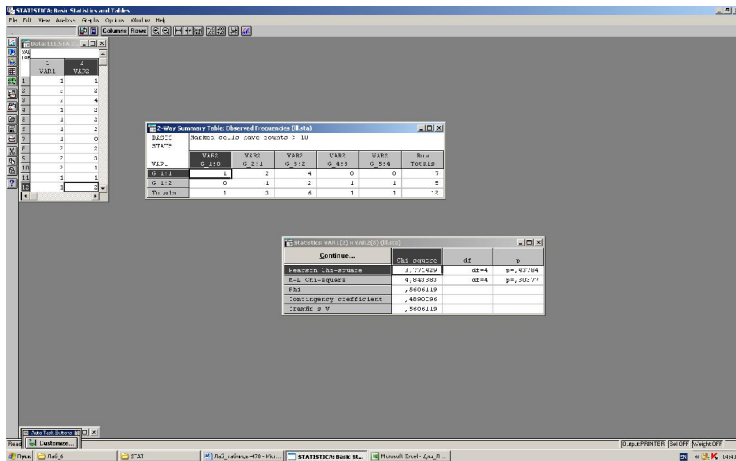
Phi (2x2 tables) & Cramer's V - коэффициент Крамера



3.6. Выбрать на панели <Crosstabulation Tables Results> пункт **<Detailed two-way tables>**.

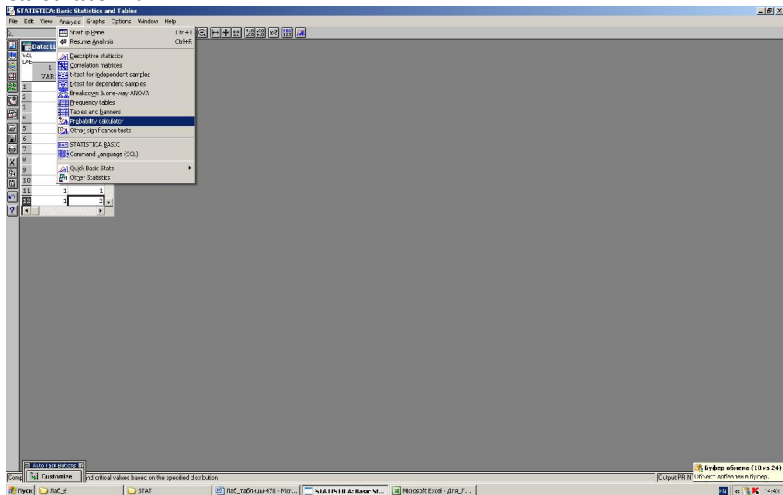


3.7. Записать в отчет полученную таблицу сопряженности, значения Хи-квадрат и коэффициентов Крамера (**Фи**), **контингенции**



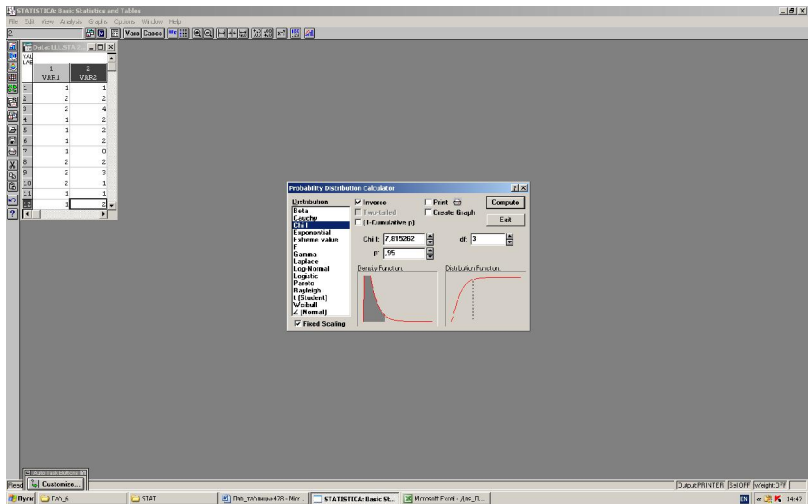
3.8. Для определения теоретического значения Хи-квадрат необходимо воспользоваться **Вероятностным калькулятором** – средством пакета «Statistika».

**На стартовой панели базовых статистик выбрать <Probability calculator>.**



в списке распределений выбрать **Chi I** –распределение Хи-квадрат, в строке **df** задать число степеней свободы.

задать уровень значимости (например,  $\alpha=0.05$ ) и в поле **p** записать значение доверительной вероятности, то есть  $1-\alpha$ .



нажать кнопку **<Compute>**

записать полученное в поле Chi теоретическое значение Хи-квадрат  
Сравнить теоретическое и фактическое значение Хи-квадрат. Принять решение о наличии связи между признаками.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Тема «Методологические основы прогнозирования и планирования»

Существует множество определений термина «прогнозирование». В настоящее время большинство авторов подчеркивают, что научное прогнозирование основано на знании закономерностей развития природы, общества, мышления. Научная дисциплина о закономерностях разработки прогнозов – прогностика имеет своим предметом исследование законов и способов прогнозирования. При изучении методологических основ следует обратить внимание на связь прогностики с законами диалектики, на необходимость системного анализа прогнозируемого явления, процесса, объекта. Важно уяснить связь прогнозирования и управления, сходство и различие понятий «прогноз», «программа», «проект», «план».

Классификация прогнозов может быть проведена по различным основаниям. Важнейшей является классификация по проблемно-целевому критерию, где выделяются два типа прогнозов – поисковый и нормативный. Рассматривая классификации по этому и другим основаниям (по периоду упреждения, по объекту исследования), необходимо представлять, что при социально-экономическом прогнозировании, как правило, разрабатывается целевая группировка прогнозов.

Следует обратить внимание на три глобальных взаимодополняющих источника информации о будущем, лежащих в основе прогнозирования, и соответствующих им три глобальных взаимодополняющих способа разработки прогнозов: оценка будущего, экстраполяция, моделирование. Уяснение этого позволит студенту легче усвоить общую схему разработки прогнозов и методы, применяемые на различных этапах. Определяя взаимосвязь прогнозистики с другими науками, необходимо еще раз подчеркнуть, что прогнозистика определяет основные принципы, методы и способы прогнозирования, которые используются в других науках.

#### **Вопросы и упражнения для самопроверки:**

1. Охарактеризуйте понятия «Предсказание» и «Предупреждение».
2. Сформулируйте задачи прогнозистики.
3. Опишите структуру, определяющую прогнозистику.
4. Какие критерии дают оценку истинности прогноза?
5. Дайте определения прогноза, плана, проекта, программы.
6. Укажите основные отличия и сходства прогноза и плана.
7. Что такое «период упреждения»?
8. Приведите примеры обществоведческих прогнозов.
9. К какому типу можно отнести прогноз численности населения России до 2015 года?
10. Перечислите основные этапы разработки прогнозов.  
Охарактеризуйте роль моделирования в прогнозировании.

## **2.2 Тема «Методы социально-экономического прогнозирования»**

Целью изучения данной темы является знакомство студентов с основными методами, которые применяются в прогнозировании социально-экономических процессов. При изучении методов необходимо обратить внимание на то, что выбор методов обусловлен

возможностью формализации объекта прогнозирования, наличием информации о нем.

При большой сложности объекта прогнозирования и наличия высокой степени неопределенности или отсутствия информации используются экспертные методы. Экспертные методы в большой мере основаны на интуиции (неструктурированных знаниях), они требуют глубоких теоретических знаний и практических навыков в сборе и обобщении всей доступной информации об объекте прогноза, что помогает эксперту в выявлении тенденций развития объекта прогнозирования. При изучении данного раздела темы студенту необходимо понять суть того или иного метода, определить общие черты и различия. Важным понятием в экспертных методах является понятие согласованности мнений экспертов. При достижении консенсуса можно строить обобщенные показатели (рейтинги, оценки). Для формальной оценки согласованности могут быть использованы методы ранговых корреляций (коэффициенты Спирмена, Кендалла, конкордации).

Фактографические методы основаны на фактически имеющейся информации об объекте прогнозирования и его прошлом развитии.

Следует достаточно много внимания уделить методу построения сценариев, который в настоящее время широко применяется при построении прогнозов развития сложных социально-экономических систем (например, регионов). Сценарный подход — описание логически последовательного процесса изменения в пространстве и времени объекта прогнозирования, исходя из сложившейся или возможной ситуации.

Метод исторических аналогий заключается в том, что представление о будущем состоянии объекта или процесса строится по некоторому образцу, известному в настоящем. Но нужно понимать, что выбор «образца» необходимо обосновывать. Социально-экономическая система в отличие от замкнутой физической системы — открытая и реагирующая система, изменяющаяся в зависимости от внешних условий и ввода новых переменных. В том числе возможно применение формальных методов построения типологий (методы группировок, распознавания образов и т.д.).

При изучении математических методов, применяемых при построении прогнозов, следует уяснить связь формальную постановку задачи с содержательной. Важным является правильный выбор метода, выбор вида модели для исследуемой предметной области. Кроме того, необходимо уяснить, методы, используемые в социальных и экономических науках, имеют различную природу данных, к которым они применяются. Применимость методов ограничена уровнем измерения переменных или шкалой, в которой измеряются

переменные (шкала наименований, интервальная шкала, порядковая, шкала отношений).

Данные, измеренные в номинальных и ранговых шкалах, - это нечисловые данные, для обработки которых применяются специальные методы и модели. Такие данные часто встречаются при проведении опросов населения или экспертов, например, на этапе предпрогнозной ориентации или этапе оценки вариантов прогноза. Изучая методы анализа нечисловой информации, студенту необходимо понять, что поиск статистической связи между номинальными признаками – не самоцель. Например, выявленная в ходе опроса отрицательная связь между номинальными признаками «Занятия спортом» и «Курение» позволяет сделать прогноз «При развитии массового спорта снизится число курящих».

Методы анализа ранговых корреляций используются для измерения связи между признаками, измеренными в порядковой шкале, а также в экспертных обследованиях для оценки согласованности мнений экспертов и построения интегральной (совокупной) оценки признака. Следует отметить, что понятия «статистическая связь» и «согласованность мнений» имеют в некотором смысле противоположный смысл. Если установлена сильная статистическая связь между признаками и есть возможность перейти от шкалы наименований к ранговой шкале, то вычисленные по тем же данным ранговые коэффициенты будут иметь малую величину.

Как отмечалось выше, важной задачей в прогнозировании является выделение типов социально-экономических объектов и явлений. Студенту желательно повторить раздел «Группировки» дисциплины «Статистика» [5], что позволит установить связь с методами распознавания образов. Задача распознавания образов состоит в следующем: объекты, обладающие типичными для всех чертами, образуют характерный класс, называемый образом. Требуется построить некоторый оптимальный алгоритм, который бы позволил по этим типичным чертам определить принадлежность данного объекта к тому или иному классу, то есть распознать образ. В данном курсе рассматриваются простейшие алгоритмы кластер – анализа: отыскание набора кластеров (классов, групп)  $\{S_i\}$  в заданном признаковом пространстве  $\{x_i\}$  с известной решающей функцией  $\delta_{i=\alpha}$ . Для усвоения материала студенту необходимо познакомиться с основными определениями, идеями алгоритмов и прорешать предложенные задачи.

При изучении данной темы большое внимание уделяется анализу временных рядов и построению модели тренда. В этой связи рекомендуется повторить тему «Ряды динамики» из дисциплины «Статистика» [5]. Метод экстраполяции тренда - один из пассивных методов прогнозирования, - и называется «наивным» прогнозом, так как предполагает строгую инерционность развития, которая представляется в виде проектирования прошлых тенденций в будущее, а главное — независимость показателей развития от тех или иных факторов. Как в теоретической части курса, так и на практических занятиях подробно рассматривается линейная модель тренда как простейший случай модели. Студенту следует на примере линейной модели уяснить методику построения модели, а для более сложных случаев необходимо использовать статистические пакеты прикладных программ [4, 9].

Построенную модель тренда можно использовать для прогноза (экстраполяции). Подставляя в полученное уравнение модели значение времени  $t_k$  ( $k \neq i = 1, 2, \dots, n$ ), получают точечный прогноз на будущий момент времени  $t_k$ .

При рассмотрении методов эконометрического моделирования и имитационного моделирования при построении прогнозов следует определить их общее с моделью экстраполяции тренда и отличие от нее.

### **Вопросы и упражнения для самопроверки:**

1. Проведите классификацию методов прогнозирования по степени формализации.
2. Сформулируйте отличие экспертных методов от фактографических с точки зрения имеющейся информации.
3. Перечислите основные этапы разработки сценария развития социально-экономической системы.
4. Укажите различия трендовых и эконометрических моделей.
5. Приведите примеры различных форм связей.
6. Охарактеризуйте отличие метода Дельфи от других экспертных методов?
7. Что такое «наивный прогноз»?
8. Приведите примеры признаков, измеренных в различных шкалах.
9. Проведен опрос населения по поводу планирующегося строительства магазина. Из 150 опрошенных мужчин 30 человек высказались против строительства, а из 100 женщин отрицательно отнеслись к строительству 50 человек. Есть ли связь между полом респондентов и их отношением к проекту?
10. Три эксперта оценили инвестиционную привлекательность 5 регионов следующим образом:

|        | Регион 1 | Регион 2 | Регион 3 | Регион 4 | Регион 5 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Иванов | 1        | 2        | 5        | 4        | 3        |
| Перов  | 1        | 3        | 4        | 5        | 2        |
| Сонин  | 1        | 2        | 4        | 5        | 3        |

Оцените степень согласованности мнений экспертов.

11. В таблице приведена информация о городах, описанных двумя признаками:

$x$  – количество студентов: тыс.чел.

$y$  – число театров

|     | Пичтаун | Эпльвилль | Черриль | Грейп | Лемонск |
|-----|---------|-----------|---------|-------|---------|
| $x$ | 6       | 7         | 0       | 2     | 1       |
| $y$ | 3       | 3         | 0       | 1     | 0       |

Используя изученные алгоритмы, проведите разбиение объектов на 2 класса. Сравните результаты классификации, полученные разными методами.

### 2.3. Тема «Принципы комплексного прогнозирования и стратегического планирования»

При изучении темы важно уяснить, что социально-экономические прогнозы имеют макроэкономический, отраслевой, ведомственный, территориальный разрезы. Прогнозы социально-экономического развития разрабатываются в нескольких вариантах на долгосрочную, среднесрочную и краткосрочную перспективы.

Следует подробно изучить законодательно определенные термины, ключевые понятия, лежащие в основе государственного экономического программирования. *Программно-целевой метод* есть способ решения крупных и сложных социально-экономических проблем посредством выработки и проведения органами управления (с привлечением участников, исполнителей) системы взаимоувязанных программных мер, направленных на достижение целей устранения, подавления, смягчения возникшей проблемы. Программно-целевому планированию и управлению свойственны следующие черты:

— четкая постановка и систематизация целей, которых надо достичь, чтобы решить проблему, представление их в виде «дерева целей и задач»;

— переход от совокупности системно организованных целей и задач к системе целереализующих действий, мероприятий, проведение которых ведет к ослаблению или снятию проблемы;

— установление средств, ресурсов, необходимых для осуществления программных мероприятий в заданные сроки, и источников поступления ресурсов;

— задействование организационно-экономических механизмов управления реализацией намеченных мер, контроля за их исполнением и обеспечением со стороны органов управления.

#### **2.4 Тема «Прогнозирование и планирование как функция управления»**

При изучении темы следует обратить внимание на нормативно-правовую базу и установленный в Российской Федерации порядок разработки государственных прогнозы и программ социально-экономического развития. Основные положения сформулированы в Федеральном законе Российской Федерации от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

Государственные прогнозы используются при принятии органами законодательной и исполнительной власти РФ конкретных мер в области социально-экономической политики. Наиболее важные, имеющие общенациональное значение прогнозные и плановые документы утверждаются Федеральным Собранием РФ; другие — Правительством РФ и федеральными органами исполнительной власти.

Следует обратить внимание на соотношение понятий «прогнозирование» и «планирование». Здесь уместно повторить основные понятия и определения прогностики (см. раздел 2.2). Планирование направлено на принятие и практическое осуществление управляющих решений, цель прогнозирования — создать научные предпосылки для их принятия. Планирование подразделяется на директивное, индикативное, договорное и предпринимательское. Задача экономического прогнозирования, с одной стороны, выяснить перспективы ближайшего или более отдаленного будущего в исследуемой области, руководствуясь реальными процессами действительности, а с другой — способствовать выработке оптимальных текущих и перспективных планов, опираясь на результаты различных вариантов прогноза и оценку принятого решения с позиции его последствий в планируемом периоде.

#### **Вопросы и упражнения для самопроверки:**

1. Сформулируйте различие между планом и прогнозом.

2. Перечислите государственные документы, содержащие элементы прогнозов.
3. Охарактеризуйте различие директивного и индикативного планирования.
4. В чем суть договорного планирования?
5. Перечислите этапы разработки прогноза социально-экономического развития страны.
6. Для чего необходимо государственное прогнозирование?
7. Какие разделы включает краткосрочный прогноз?
8. Ознакомьтесь с «Основными направлениями деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2008 года». Можно ли этот документ назвать прогнозом?

#### 4. Рекомендуемая литература

1. Фатхутдинов, Р.А. Управленческие решения: учебник для вузов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2013. - 352 с. **ГРИФ** В библиотеке ТУСУРа: 16 экз.
2. Прасолов А.В. Математические методы экономической динамики: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2015. — 350 с. **Гриф УМО** [Электронный ресурс]: ЭБС «ЛАНЬ». — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67480](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67480)
3. Федеральный закон Российской Федерации от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [Электронный ресурс // Портал справ.-правовой системы «Гарант» — URL: <http://base.garant.ru/1518908>.
4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. -[Электронный ресурс]. — URL: <http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/strategicplanning/concept>
5. Лепихина З.П. Статистика: Учебное пособие/ З. П. Лепихина; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2005. - 284 с.: ил. - Библиогр.: с. 277-278. - ISBN 5-86889-273-9. (Рекомендовано СибРМУЦ в качестве учебно-методического пособия для студентов вузов) Имеется в библиотеке ТУСУРа: Экземпляры всего: 20
6. Муниципальное управление и социальное планирование в муниципальном хозяйстве [Текст] : учебное пособие / А. Г. Кобилев,

А. Д. Кирнев, В. В. Рудой. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - 495 с/- В библиотеке ТУСУРа: 10 экз.

7. Лепихина, З.П. Основы социального прогнозирования: Учебное пособие/ З. П. Лепихина; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра автоматизации обработки информации. - Томск: ТМЦДО, 2006. - 112 с. В библиотеке ТУСУРа: 15 экз..

8. Прогнозирование и планирование экономики: Учебное пособие для вузов/ В.И.Борисевич, Г.А. Кандаурова; - 2-е изд., перераб.. - Минск: Интерпрессервис, 2001; Минск: Экоперспектива, 2001. - 381[3] с.. - ISBN 985-6656-04-4 (в пер.). - ISBN 985-6598-78-8.: В библиотеке ТУСУРа: 11 экз.

9. Боровиков, В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows: Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учебное пособие для вузов/ В.П.Боровиков, Г.И.Ивченко. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 384 с. - ISBN 5-279-01980-1. (ГРИФ) В библиотеке ТУСУРа: 9 экз..

10. Рабочая книга по прогнозированию. - М.: Статистика, 1982. - 324с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Значения F-распределения Фишера

Уровень значимости  $\alpha=0,05$

Число степеней свободы  $\nu_1=k-1=1$ ,  $\nu_2=n-k=n-2$ ,

где  $k$  – число параметров функции, описывающей тенденцию (для линейной функции  $k=2$ );  $n$  – число уровней ряда

| $\nu_2 =$<br>$n-2$ | $F_{tab}$ | $\nu_2 =$<br>$n-2$ | $F_{tab}$ | $\nu_2 =$<br>$n-2$ | $F_{tab}$ |
|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| 1                  | 162,4     | 11                 | 4,84      | 21                 | 4,32      |
| 2                  | 18,51     | 12                 | 4,75      | 22                 | 4,30      |
| 3                  | 10,13     | 13                 | 4,67      | 23                 | 4,28      |
| 4                  | 7,71      | 14                 | 4,60      | 24                 | 4,26      |
| 5                  | 6,61      | 15                 | 4,55      | 25                 | 4,24      |
| 6                  | 5,99      | 16                 | 4,51      | 26                 | 4,22      |
| 7                  | 5,59      | 17                 | 4,45      | 27                 | 4,21      |
| 8                  | 5,32      | 18                 | 4,41      | 28                 | 4,19      |
| 9                  | 5,12      | 19                 | 4,38      | 29                 | 4,18      |
| 10                 | 4,96      | 20                 | 4,35      | 30                 | 4,17      |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2****Значения  $t$ -распределения Стьюдента**Уровень значимости  $\alpha=0,05$ Число степеней свободы  $df=n-2$ ,где  $k$  – число параметров функции, описывающей тенденцию (для линейной функции  $k=2$ );  $n$  – число уровней ряда

| $df = n-2$ | $t_{n-2}^{\alpha}$ | $df = n-2$ | $t_{n-2}^{\alpha}$ | $df = n-2$ | $t_{n-2}^{\alpha}$ |
|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
| 1          | 12,706             | 11         | 2,201              | 21         | 2,080              |
| 2          | 4,303              | 12         | 2,179              | 22         | 2,074              |
| 3          | 3,182              | 13         | 2,160              | 23         | 2,069              |
| 4          | 2,776              | 14         | 2,145              | 24         | 2,064              |
| 5          | 2,571              | 15         | 2,131              | 25         | 2,060              |
| 6          | 2,447              | 16         | 2,120              | 26         | 2,056              |
| 7          | 2,365              | 17         | 2,110              | 27         | 2,052              |
| 8          | 2,306              | 18         | 2,101              | 28         | 2,048              |
| 9          | 2,262              | 19         | 2,093              | 29         | 2,045              |
| 10         | 2,228              | 20         | 2,066              | 30         | 2,042              |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3****Численность населения Томской области, тыс.чел.**

| ГОД<br>(на 1 января) | Все население | городское | сельское |
|----------------------|---------------|-----------|----------|
| <b>А</b>             | <b>1</b>      | <b>2</b>  | <b>3</b> |
| 1926                 | 395           | 94        | 301      |
| 1939                 | 642,5         | 171,8     | 470,7    |
| 1940                 | 656,2         | 188,9     | 467,3    |
| 1941                 | 677,1         | 202,5     | 474,6    |
| 1950                 | 656,3         | 244,6     | 411,7    |
| 1951                 | 671           | 257,2     | 413,8    |
| 1952                 | 687,8         | 272,4     | 415,4    |
| 1953                 | 708,6         | 289,5     | 419,1    |
| 1954                 | 719           | 302,9     | 416,1    |
| 1955                 | 734,4         | 313,2     | 421,2    |
| 1956                 | 753,5         | 321,8     | 431,7    |
| 1957                 | 759,2         | 331       | 428,2    |
| 1958                 | 756,1         | 348,9     | 407,2    |

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| 1959     | 746,8    | 359,9    | 386,9    |
| 1960     | 743,9    | 361,1    | 382,8    |
| 1961     | 739,8    | 374,5    | 365,3    |
| 1962     | 752,7    | 385,9    | 366,8    |
| 1963     | 756,1    | 390,9    | 365,2    |
| 1964     | 760,7    | 400,8    | 359,9    |
| 1965     | 767      | 418,5    | 348,5    |
| 1966     | 768,1    | 424,3    | 343,8    |
| 1967     | 770,3    | 433,5    | 336,8    |
| 1968     | 776,9    | 445,1    | 331,8    |
| 1969     | 781,1    | 454,3    | 326,8    |
| 1970     | 785,7    | 465,8    | 319,9    |
| 1971     | 793,9    | 475,6    | 318,3    |
| 1972     | 802,8    | 486,9    | 315,9    |
| 1973     | 811,5    | 500,9    | 310,6    |
| 1974     | 815      | 511,4    | 303,6    |
| 1975     | 821,3    | 525,2    | 296,1    |
| 1976     | 831,6    | 538      | 293,6    |
| <b>A</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| 1977     | 844,7    | 548,2    | 296,5    |
| 1978     | 853,1    | 555,7    | 297,4    |
| 1979     | 865,9    | 566,9    | 299      |
| 1980     | 876,8    | 580,3    | 296,5    |
| 1981     | 887,2    | 592,5    | 294,4    |
| 1982     | 903,6    | 606,9    | 296,7    |
| 1983     | 920,8    | 625,9    | 294,9    |
| 1984     | 938,7    | 637      | 301,7    |
| 1985     | 956,7    | 648,7    | 308      |
| 1986     | 967,6    | 660,4    | 307,2    |
| 1987     | 982,6    | 672,4    | 310,2    |
| 1988     | 994      | 691,6    | 302,4    |
| 1989     | 1001,6   | 690,6    | 311      |
| 1990     | 1009     | 695,4    | 313,6    |
| 1991     | 1011,7   | 695,7    | 316      |
| 1992     | 1011,8   | 694,6    | 317,2    |
| 1993     | 1008,3   | 638,9    | 369,4    |
| 1994     | 1074,8   | 695,3    | 379,5    |

|      |        |       |       |
|------|--------|-------|-------|
| 1995 | 1079,2 | 705,2 | 374   |
| 1996 | 1077,6 | 708,1 | 369,5 |
| 1997 | 1074,5 | 709,8 | 364,7 |
| 1998 | 1073,2 | 713,4 | 359,8 |
| 1999 | 1071,8 | 715,8 | 356   |
| 2000 | 1067,6 | 714,6 | 353   |
| 2001 | 1064,4 | 715   | 349,4 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Данные о состоянии инновационной сферы Сибирского Федерального округа за 2004 год

|                                    | Число инновацион-но - активных предприятий промышленности и сферы услуг | Число малых предприятий отрасли «Наука и научное обслуживание» | Среднесписочная численность работников малых предприятий отрасли, чел | Число организаций, выполнявших исследования и разработки | Численность персонала, занятого исследованиями и разработками – всего. |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 1                                                                       | 2                                                              | 3                                                                     | 4                                                        | 5                                                                      |
| <i>Сибирский федеральный округ</i> | 254                                                                     | 1448                                                           | 7155                                                                  | 416                                                      | 62494                                                                  |
| Республика Алтай                   | -                                                                       | 4                                                              | 6                                                                     | 6                                                        | 124                                                                    |
| Республика Бурятия                 | 7                                                                       | 24                                                             | 73                                                                    | 18                                                       | 1278                                                                   |
| Республика Тыва                    | -                                                                       | -                                                              | -                                                                     | 6                                                        | 330                                                                    |
| Республика Хакасия                 | 4                                                                       | 4                                                              | 25                                                                    | 3                                                        | 107                                                                    |
| Алтайский край                     | 44                                                                      | 116                                                            | 380                                                                   | 32                                                       | 2870                                                                   |
| Красноярский край                  | 30                                                                      | 153                                                            | 737                                                                   | 55                                                       | 7087                                                                   |
| Иркутская область                  | 31                                                                      | 145                                                            | 787                                                                   | 36                                                       | 4983                                                                   |
| Кемеровская область                | 39                                                                      | 134                                                            | 760                                                                   | 30                                                       | 1557                                                                   |
| Новосибирская область              | 34                                                                      | 376                                                            | 2370                                                                  | 120                                                      | 25077                                                                  |
| Омская область                     | 21                                                                      | 176                                                            | 1094                                                                  | 45                                                       | 10127                                                                  |
| Томская область                    | 30                                                                      | 301                                                            | 861                                                                   | 55                                                       | 8175                                                                   |
| Читинская область                  | 14                                                                      | 15                                                             | 62                                                                    | 10                                                       | 779                                                                    |

|                                | Общий объем<br>отгруженной<br>продукции<br>инновационно-<br>активных<br>предприятий<br>(всего), млн. руб | Из общего<br>объема (гр.6)<br>отгружено за<br>пределы РФ,<br>млн. руб | Объем продукции<br>(работ, услуг) малых<br>предприятий по<br>основному виду<br>деятельности отрасли<br>«Наука и научное<br>обслуживание»,<br>млн.руб. | Среднегодовая<br>стоимость<br>основных средств,<br>для исследований<br>и разработок |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | <b>6</b>                                                                                                 | <b>7</b>                                                              | <b>8</b>                                                                                                                                              | <b>9</b>                                                                            |
| Сибирский федеральный<br>округ | 779017.4                                                                                                 | 113046.3                                                              | 2491.4                                                                                                                                                | 23175.8                                                                             |
| Республика Алтай               | 435.1                                                                                                    | -                                                                     | 0.2                                                                                                                                                   | 167.6                                                                               |
| Республика Бурятия             | 5656.0                                                                                                   | 6.4                                                                   | 16.0                                                                                                                                                  | 127.0                                                                               |
| Республика Тыва                | 1610.2                                                                                                   | -                                                                     | -                                                                                                                                                     | 35.2                                                                                |
| Республика Хакасия             | 0.05                                                                                                     | -                                                                     | 2.2                                                                                                                                                   | 33.3                                                                                |
| Алтайский край                 | 18310.5                                                                                                  | 952.1                                                                 | 80.4                                                                                                                                                  | 1972.6                                                                              |
| Красноярский край              | 259106.3                                                                                                 | 29275.4                                                               | 312.4                                                                                                                                                 | 2721.5                                                                              |
| Иркутская область              | 145817.0                                                                                                 | 31322.0                                                               | 211.9                                                                                                                                                 | 4759.6                                                                              |
| Кемеровская область            | 132809.1                                                                                                 | 42005.4                                                               | 106                                                                                                                                                   | 388.3                                                                               |
| Новосибирская область          | 82825.0                                                                                                  | 3497.6                                                                | 1060.4                                                                                                                                                | 11323.7                                                                             |
| Омская область                 | 45774.9                                                                                                  | 681.0                                                                 | 316.1                                                                                                                                                 | 1504.2                                                                              |
| Томская область                | 85534.6                                                                                                  | 5276.9                                                                | 364.3                                                                                                                                                 | 5902.7                                                                              |
| Читинская область              | 1138.6                                                                                                   | 29.5                                                                  | 21.5                                                                                                                                                  | 142.8                                                                               |

|                                    | Численность исследователей – докторов наук | Численность исследователей – кандидатов наук | Число организаций, ведущих подготовку аспирантов | Численность аспирантов на конец года | Число организаций, ведущих подготовку докторантов | Численность докторантов на конец года |
|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                    | 10                                         | 11                                           | 12                                               | 13                                   | 14                                                | 15                                    |
| <i>Сибирский федеральный округ</i> | <i>2551</i>                                | <i>7670</i>                                  | <i>183</i>                                       | <i>17546</i>                         | <i>61</i>                                         | <i>633</i>                            |
| Республика Алтай                   | 4                                          | 24                                           | 1                                                | 107                                  | -                                                 | -                                     |
| Республика Бурятия                 | 99                                         | 425                                          | 9                                                | 905                                  | 3                                                 | 19                                    |
| Республика Тыва                    | 10                                         | 50                                           | 2                                                | 39                                   | -                                                 | -                                     |
| Республика Хакасия                 | 4                                          | 26                                           | 1                                                | 160                                  | -                                                 | -                                     |
| Алтайский край                     | 51                                         | 228                                          | 12                                               | 1833                                 | 5                                                 | 83                                    |
| Красноярский край                  | 190                                        | 570                                          | 19                                               | 2326                                 | 7                                                 | 58                                    |
| Иркутская область                  | 324                                        | 976                                          | 23                                               | 2665                                 | 7                                                 | 86                                    |
| Кемеровская область                | 54                                         | 183                                          | 11                                               | 1251                                 | 4                                                 | 44                                    |
| Новосибирская обл.                 | 1394                                       | 3695                                         | 66                                               | 3724                                 | 18                                                | 114                                   |
| Омская область                     | 51                                         | 276                                          | 15                                               | 1886                                 | 8                                                 | 51                                    |
| Томская область                    | 357                                        | 1154                                         | 19                                               | 2277                                 | 7                                                 | 166                                   |
| Читинская область                  | 13                                         | 63                                           | 5                                                | 373                                  | 2                                                 | 12                                    |

|                                | Инвестиции в<br>отрасль<br>«Наука и научное<br>обслуживание»,<br>млн. руб | Среднемесячная<br>номинальная<br>заработная плата<br>занятых в отрасли<br>«Наука и научное<br>обслуживание»,<br>рублей | Подано заявок<br>на<br>изобретения | Подано заявок на<br>полезные модели |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|                                | <b>16</b>                                                                 | <b>17</b>                                                                                                              | <b>18</b>                          | <b>19</b>                           |
| Сибирский<br>федеральный округ | 559.8                                                                     |                                                                                                                        | 2263                               | 778                                 |
| Республика Алтай               | 0.03                                                                      | 3499                                                                                                                   | -                                  | -                                   |
| Республика Бурятия             | 27.0                                                                      | 4871                                                                                                                   | 2                                  | -                                   |
| Республика Тыва                | -                                                                         | 4955                                                                                                                   | -                                  | -                                   |
| Республика Хакасия             | -                                                                         | 5025                                                                                                                   | 6                                  | -                                   |
| Алтайский край                 | 19.8                                                                      | 4897                                                                                                                   | 188                                | 102                                 |
| Красноярский край              | 5.9                                                                       | 8102                                                                                                                   | 372                                | 100                                 |
| Иркутская область              | 12.7                                                                      | 6706                                                                                                                   | 212                                | 30                                  |
| Кемеровская область            | 58.4                                                                      | 6828                                                                                                                   | 261                                | 85                                  |
| Новосибирская область          | 285.8                                                                     | 7043                                                                                                                   | 534                                | 233                                 |
| Омская область                 | 62.8                                                                      | 7264                                                                                                                   | 254                                | 116                                 |
| Томская область                | 83.9                                                                      | 8610                                                                                                                   | 377                                | 112                                 |
| Читинская область              | 3.5                                                                       | 5558                                                                                                                   | 57                                 | -                                   |