**Практическая работа №1**

1. Определите объект наблюдения, единицу наблюдения и единицу совокупности специальных статистических обследований:

1) переоценка в основных фондах на предприятиях объединения по состоянию на 1.01;

2) перепись специального оборудования в научно-исследовательских институтах по состоянию на 1.01.;

3) перепись населения;

4) единовременный учет рабочих промышленности по разрядам по состоянию на 15.05.

2. Как различают наблюдение по охвату единиц совокупности?

**Решение:**

Объект наблюдения — совокупность социально-правовых явлений и процессов, которые подлежат исследованию, или точные границы, в пределах которых будут регистрироваться статистические сведения.

**Единица совокупности** – это первичный элемент объекта статистического наблюдения, являющийся носителем признаков, подлежащих регистрации и основой ведущегося при обследовании счета.

Численность единиц совокупности характеризует объем и распространенность изучаемого явления.

Единица наблюдения – это та первичная ячейка, от которой должны быть получены необходимые статические сведения.

1) При переоценке в основных фондах на предприятиях объединения по состоянию на 01.01 объектом наблюдения будут основные фонды объединения на указанную дату. Единицей совокупности будут здания, сооружения, станки и другие основные фонды. Единицей наблюдения будут предприятия.

2) При переписи специального оборудования в научно-исследовательских институтах по состоянию на 01.01 объектом наблюдения будет специальное оборудование, находящееся в НИИ на указанную дату. Единицей совокупности в данном случае могут выступать лабораторные стенды, опытное оборудование, компьютеры и другие технические средства. Единицей наблюдения будут либо НИИ, либо их отделы и лаборатории.

3) При переписи населения необходимо установить, какое именно население подлежит регистрации — наличное, т. е. фактически находящееся в данной местности в момент переписи, или постоянное, т. е. живущее в данной местности постоянно. Это и будет объект наблюдения.

При переписи населения единицей совокупности является каждый отдельный человек. Однако, если ставится также задача определить численность и состав домохозяйств, то единицей совокупности наряду с человеком будет являться каждое домохозяйство.

Единицами наблюдения являются как отдельные люди, так и семьи или отдельные члены семьи, которые могут дать информацию об остальных.

4) При единовременном учете рабочих промышленности по разрядам по состоянию на 15.05 объектом наблюдения будут являться рабочие промышленности, которые работали на указанную дату. Единицей совокупности будет каждый отдельный рабочий. Единицей наблюдения будут предприятия промышленности.

По охвату единиц совокупности различают сплошное и несплошное наблюдение.

При сплошном наблюдении регистрации подлежат все без исключения единицы совокупности. Оно применяется, например, при переписи населения, при сборе данных в форме отчетности, охватывающей предприятия разных форм собственности, учреждения и организации и т.д.

Развитие многоукладной экономики увеличило число объектов экономической деятельности. Это способствовало расширению практики несплошного наблюдения, которое, в свою очередь, подразделяется на способ основного массива, выборочное и монографическое.

При способе основного массива обследованию подвергается основной массив – та часть единиц, которая вносит наибольший вклад в изучаемое явление. Часть совокупности, о которой заведомо известно, что она не играет большой роли в характеристике совокупности, заведомо исключается из наблюдения. Например, наблюдение за финансовым положением в строительстве, транспорте, торговле ведется лишь по данным предприятий с числом работников 500 человек и более.

При выборочном наблюдении обследованию подвергается отобранная в определенном порядке часть единиц совокупности, а полученные результаты распространяются на всю совокупность.

Обследования основного массива и выборки являются примерами массовых наблюдений, когда наблюдением охватывается множество единиц. Примером другого рода обследований является монографическое наблюдение. Оно состоит в подробном описании отдельных единиц совокупности в целях их углубленного изучения, которое не может быть столь детальным при массовом наблюдении. Примерами монографических обследований являются этнографические обследования, когда изучается образ жизни семьи или нескольких семей, и др.

**Практическая работа №2**

Имеются отчетные данные о работе 36 заводов отрасли за год (табл.2.1).

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Среднесписочная численность, чел. | Среднегодовая стоимость ОПФ, млн. руб. | Годовой объем продукции, млн. руб. |
| 1 | 280 | 1,3 | 1,7 |
| 2 | 480 | 2,1 | 4,8 |
| 3 | 420 | 2,2 | 3,7 |
| 4 | 505 | 2,8 | 6,1 |
| 5 | 710 | 3,8 | 9,4 |
| 6 | 1020 | 5,5 | 9,6 |
| 7 | 490 | 1,8 | 2,1 |
| 8 | 500 | 1,9 | 2,6 |
| 9 | 620 | 4,3 | 4,5 |
| 10 | 990 | 5,6 | 8,4 |
| 11 | 930 | 6,3 | 9,7 |
| 12 | 430 | 1,6 | 2,3 |
| 13 | 560 | 3,1 | 3,4 |
| 14 | 610 | 2,8 | 6,3 |
| 15 | 905 | 7,8 | 9,8 |
| 16 | 740 | 4,2 | 7,3 |
| 17 | 390 | 1,4 | 1,8 |
| 18 | 430 | 1,8 | 2,6 |
| 19 | 510 | 2,2 | 4,8 |
| 20 | 1250 | 9,9 | 16,1 |
| 21 | 340 | 1,0 | 1,3 |
| 22 | 390 | 1,6 | 2,3 |
| 23 | 250 | 1,0 | 1,3 |
| 24 | 490 | 2,1 | 3,4 |
| 25 | 435 | 4,2 | 5,6 |
| 26 | 260 | 1,8 | 2,2 |
| 27 | 225 | 1,9 | 1,9 |
| 28 | 705 | 4,8 | 6,1 |
| 29 | 620 | 5,6 | 8,2 |
| 30 | 310 | 3,1 | 3,6 |
| 31 | 410 | 3,5 | 4,6 |
| 32 | 235 | 2,1 | 2,5 |
| 33 | 395 | 3,1 | 3,4 |
| 34 | 395 | 5,3 | 6,4 |
| 35 | 350 | 1,7 | 2,3 |
| 36 | 200 | 2,0 | 1,8 |

1. На основе данных табл. 2.1:

а) произвести группировку предприятий по годовому объему продукции, разделив их на 5 групп с равными интервалами. В групповой таблице каждую группу охарактеризовать:

- числом предприятий;

- суммарными величинами стоимости ОПФ, объемов производства и численности работников;

- средними значениями производительности труда и фондоотдачи;

б) построить структурную таблицу, где показать структуру числа предприятий, стоимости ОПФ, объемов производства и численности рабочих;

в) построить аналитическую таблицу, где показать взаимосвязь исчисленных показателей;

г) построить график ряда распределения, вычислить среднее значение группировочного признака и его коэффициент вариации, указать моду и медиану ряда распределения.

**Решение:**

При группировке с равными интервалами для расчета длины одного интервала применяется формула:

,

где h – длина одного интервала;

xmax – максимальное значение группировочного признака;

xmin – минимальное значение группировочного признака;

Найдем длину интервала:



Найдем, в какую группу попадает каждый завод. Рассчитаем требуемые параметры по группам и полученные значения сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 Группировочная таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Группы заводов по объему производства (интервалы) млн.руб. | | | Число заводов | Среднегодовая стоимость ОПФ, млн. руб. | | Среднесписочная численность, чел | | Годовой объем продукции, млн. руб. | |
| всего | в среднем на 1 завод | всего | в среднем на 1 завод | всего | в среднем на 1 завод |
| 1 | 1,3 | - | 4,3 | 19 | 36,5 | 1,92 | 6945 | 365,53 | 46,2 | 2,43 |
| 2 | 4,3 | - | 7,2 | 9 | 32 | 3,56 | 4670 | 518,89 | 49,2 | 5,47 |
| 3 | 7,22 | - | 10,2 | 7 | 38,8 | 5,54 | 5915 | 845,00 | 62,4 | 8,91 |
| 4 | 10,18 | - | 13,1 | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| 5 | 13,1 | - | 16,1 | 1 | 9,9 | 9,90 | 1250 | 1250,00 | 16,1 | 16,10 |
| ИТОГО |  |  |  | 36 | 117,2 | 3,26 | 18780 | 521,67 | 173,9 | 4,83 |

Итак, наибольшие стоимость ОПФ и объем производства имеет группа заводов №3.

Определим структуру распределения стоимости ОПФ, объема производства и численности работающих по группам. Результаты расчета представим в таблице.

Таблица 2.3 Структурная таблица.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Группы заводов по объему производства (интервалы) млн.руб. | | | Число заводов | | Среднегодовая стоимость ОПФ | | Среднесписочная численность | | Годовой объем продукции | |
| шт. | % к итогу | млн. руб. | % к итогу | чел. | % к итогу | млн. руб. | % к итогу |
| 1 | 1,3 | - | 4,3 | 19 | 52,8 | 36,5 | 31,1 | 6945 | 37,0 | 46,2 | 26,6 |
| 2 | 4,3 | - | 7,2 | 9 | 25,0 | 32 | 27,3 | 4670 | 24,9 | 49,2 | 28,3 |
| 3 | 7,2 | - | 10,2 | 7 | 19,4 | 38,8 | 33,1 | 5915 | 31,5 | 62,4 | 35,9 |
| 4 | 10,2 | - | 13,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 5 | 13,1 | - | 16,1 | 1 | 2,8 | 9,9 | 8,4 | 1250 | 6,7 | 16,1 | 9,3 |
| ИТОГО |  |  |  | 36 | 100,0 | 117,2 | 100,0 | 18780 | 100,0 | 173,9 | 100,0 |

Производительность труда характеризует выработку одного рабочего и равна отношению объема производства к численности работников. Фондоотдача характеризует объем продукции получаемый на каждый рубль фондов.

Фондоотдача равна отношению стоимости произведенной продукции к стоимости ОПФ.

Проведем расчеты производительности труда и фондоотдачи для каждой группы заводов и для всей совокупности в целом. Результаты представим в таблице.

Таблица 2.4 Аналитическая таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Группы заводов по объему производства (интервалы) | | | Среднегодовая стоимость ОПФ, млн. | Среднесписочная численность, чел | Годовой объем продукции, млн. руб. | Производительность труда, млн. руб. / чел. | Фондоотдача, руб. / руб. |
|
| 1 | 1,3 | - | 4,3 | 36,5 | 6945 | 46,2 | 0,007 | 1265,75 |
| 2 | 4,3 | - | 7,2 | 32 | 4670 | 49,2 | 0,011 | 1537,50 |
| 3 | 7,2 | - | 10,2 | 38,8 | 5915 | 62,4 | 0,011 | 1608,25 |
| 4 | 10,2 | - | 13,1 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| 5 | 13,1 | - | 16,1 | 9,9 | 1250 | 16,1 | 0,013 | 1626,26 |
| ИТОГО |  |  |  | 117,2 | 18780 | 173,9 | 0,009 | 1483,79 |

Графикам интервального распределения является гистограмма. Построим график распределения предприятий:



Рис. 2.1 Гистограмма распределения заводов по объему производства.

Найдем среднее значение признака по формуле для интервального ряда:

 ,

где – среднее значение признака;

xi – значение признака на интервале (середина интервала);

mi – частота повторения признака на интервале

Составим вспомогательную таблицу:

Таблица 2.5 Расчетная таблица для расчета среднего

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Группы заводов по объему производства (интервалы). | | | Число заводов, ni | Середина интервала, xi | ni \* xi |
| 1 | 1,3 | - | 4,3 | 19 | 2,78 | 52,82 |
| 2 | 4,3 | - | 7,2 | 9 | 5,74 | 51,66 |
| 3 | 7,2 | - | 10,2 | 7 | 8,70 | 60,90 |
| 4 | 10,2 | - | 13,1 | 0 | 11,66 | 0,00 |
| 5 | 13,1 | - | 16,1 | 1 | 14,62 | 14,62 |
| ИТОГО |  |  |  | 36 |  | 180 |

 = 180 / 36 = 5 млн. руб.

Найдем дисперсию признака по формуле:

 ,

где  – дисперсия признака.

Составим вспомогательную таблицу:

Таблица 2.6 Расчетная таблица для расчета дисперсии

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Группы заводов по объему производства (интервалы) млн.руб. | | | Число заводов, ni | Середина интервала, xi | (хi – ) | (хi – )2 | ni \* (хi – )2 |
| 1 | 1,3 | - | 4,3 | 19 | 2,78 | – 2,22 | 4,93 | 93,64 |
| 2 | 4,3 | - | 7,2 | 9 | 5,74 | 0,74 | 0,55 | 4,93 |
| 3 | 7,2 | - | 10,2 | 7 | 8,70 | 3,70 | 13,69 | 95,83 |
| 4 | 10,2 | - | 13,1 | 0 | 11,66 | 6,66 | 44,36 | 0,00 |
| 5 | 13,1 | - | 16,1 | 1 | 14,62 | 9,62 | 92,54 | 92,54 |
| ИТОГО |  |  |  | 36 |  |  |  | 286,94 |

 = 286,94 / 36 = 7,97 (млн. руб.)2

Среднее квадратичное отношение  млн. руб.

Коэффициент вариации .

Коэффициент вариации больше 33% значит выборка неоднородная.

Мода – это наиболее часто повторяющееся значение признака, для группировки мода находиться по формуле :



гдех0 – начальное значение модального интервала;

fMo , fMo-1 , fMo+1 – частота появления признака соответственно в интервале модальном, предшествующем модальному и следующим за модальным;

h – длина интервала.

 млн. руб.

Найдем медиану выборки по формуле для интервального ряда :



гдех0 – начальное значение медианного интервала;

f’Mе-1 – накопленная частота в интервале предшествующем медианному

fMе – частота появления признака в медианном интервале;

h – длина интервала.

Найдем медиану выборки

 млн. руб.

**Практическая работа №3**

1. Грузооборот отдельных видов транспорта общего пользования в РФ (в процентах к грузообороту ж/д транспорта) представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

|  |  |
| --- | --- |
| Виды транспорта | Грузооборот, % |
| ж/д | 100,0 |
| морской | 23,12 |
| речной | 8,75 |
| трубопроводный | 24,11 |
| автомобильный | 10,76 |
| воздушный | 0,08 |

Определите удельный вес видов транспорта в грузообороте и постройте секторную структурную диаграмму.

Какие относительные величины приведены в условии задачи? Какие относительные величины вы вычислили?

2. Промышленное предприятие перевыполнило план по валовой продукции на 4,3%. Увеличение объема выпуска валовой продукции предприятия по сравнению с прошлым годом составило 8,4%.

Определите плановую динамику по росту валовой продукции на этом предприятии.

3. Укажите относительные величины динамики:

а) производство чугуна увеличилось по сравнению с прошлым годом на 3 млн. т;

б) производство синтетических смол и пластмасс увеличилось по сравнению с прошлым годом в 1,1 раза.

**Решение:**

**1)** Определим суммарный грузооборот по отношению к грузообороту железнодорожного транспорта по всем элементам и найдем долю каждого элемента в общем грузообороте.

Таблица 3.2 Расчет структуры грузооборота

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Виды транспорта | Грузооборот в % к грузообороту ж/д транспорта | Доля в общем грузообороте, % |
| 1 | ж/д | 100 | 59,94 |
| 2 | морской | 23,12 | 13,86 |
| 3 | речной | 8,75 | 5,25 |
| 4 | трубопроводный | 24,11 | 14,45 |
| 5 | автомобильный | 10,76 | 6,45 |
| 6 | воздушный | 0,08 | 0,05 |
|  | Итого грузооборот: | 166,82 | 100 |

Построим секторную диаграмму:



Рис. 3.1. Структура грузооборота по видам транспорта.

В таблице 3.1 приведены относительные величины сравнения. Т.е. грузооборот по какому-то виду транспорта сравнивался с грузооборотом по железнодорожному транспорту.

В таблице 3.2 рассчитаны относительные показатели структуры. Они характеризуют долю, которую каждый транспорт составлял в общем грузообороте.

2)Относительная величина выполнения плана – отношение фактического значения показателя к плановому его значению выраженное в процентах.

Для валовой продукции эта формула выглядит так:

%Вып. плана ВП = ВПфакт / ВПплан \* 100%

Соответственно процент перевыполнения плана будет равен:

Перевыполнение плана ВП % = (ВПфакт – ВПплан) / ВПплан \* 100%

Индекс выполнения планового задания равен:

IВПЗ = ВПфакт / ВПплан = Перевыполнение плана ВП %/ 100 % + 1

IВПЗ = 4,3 / 100 + 1 = 1,043

Процент прироста валовой продукции характеризуется формулой:

Прирост ВП = (ВПфакт – ВПбаз) / ВПбаз \* 100%

Индекс роста валовой продукции равен:

IВП = ВПфакт / ВПбаз = ПрриростВП %/ 100 % + 1

IВП = 8,4 / 100 + 1 = 1,084

Плановый прирост валовой продукции определяется по формуле:

Прирост ВП план = (ВПплан – ВПбаз) / ВПбаз \* 100%

Индекс планового задания равен:

IПЗ = ВПплан / ВПбаз = Прирост ВП план %/ 100 % + 1

Три перечисленных индекса связаны соотношением:

IВП = ВПфакт / ВПбаз = (ВПфакт / ВПплан) \* (ВПплан / ВПбаз) = IВПЗ \* IПЗ

Найдем индекс планового задания:

IПЗ = IВП / IВПЗ = 1,084 / 1,043 = 1,0393

Т.е. плановое задание составляло 103,93 % от базисного значения выпуска валовой продукции.

Прирост выпуска планировался на уровне 3,93%.

3) Укажите относительные величины динамики:

а) производство чугуна увеличилось по сравнению с прошлым годом на 3 млн. т;

Этот показатель называется абсолютным приростом.

б) производство синтетических смол и пластмасс увеличилось по сравнению с прошлым годом в 1,1 раза.

Этот показатель называется индексом (коэффициентом) роста.

**Практическая работа №4**

По трем районам города имеются следующие данные на конец года (табл. 4.1).

Таблица 4.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Район города | Сумма вкладов в сбер. кассы, млн. руб. | Средний размер вклада, тыс. руб. | Среднее число вкладов на 1 сбер. кассу |
| 1 | 5400 | 600 | 1500 |
| 2 | 3900 | 650 | 1000 |
| 3 | 8000 | 800 | 2000 |

Определить:

а) средний размер вклада;

б) среднее число вкладов в сберкассы;

в) среднее число сберкасс на 1 район города;

г) среднюю сумму вкладов.

**Решение:**

Средний размер вклада () находиться как отношение суммы вкладов (Sсумм) к числу вкладов (n).



Средний размер вклада по трем районам найдем по формуле средней геометрической взвешенной. Весом в данном случае будет выступать сумма вкладов.



 = (5400 + 3900 + 8000) / (5400 / 600 + 3900 / 650 + 8000 / 800) =

= 17300 / (9 + 6 + 10) = 17300 / 25 = 692 тыс. руб.

Среднее число вкладов в сберкассы по всем районам города найдем как среднее арифметическое из числа вкладов в каждом районе:

 = 25 / 3 = 8,333 тыс. шт.

Зная число вкладов в каждом районе города (n) и среднее число вкладов на одну сберкассу (nед) можем найти число сберкасс (N):

N = n / nед

Найдем для каждого района города:

N1 = 9000 / 1500 = 6 сберкасс

N2 = 6000 / 1000 = 6 сберкасс

N3 = 10000 / 2000 = 5 сберкасс

Найдем среднее число сберкасс в районе по формуле среднего арифметического:

 = (6 + 6 + 5) / 3 = 5,667 сберкасс.

Средняя сумма вкладов на район города находиться по формуле средней арифметической:

 = (5400 + 3900 + 8000) / 3 = 5766,667 млн. руб.

Средняя сумма вкладов на одну сберкассу находиться по формуле:

 = (5400 + 3900 + 8000) / (6 + 6 + 5) = 1017,647 тыс. руб.

**Практическая работа №5**

В соответствии с макетом по данным табл. 2.1 постройте группировку предприятий по признакам: X –объем продукции,Y – производительность труда.

Вычислите общую, внутригрупповые и межгрупповую дисперсии производительности труда; среднюю из внутригрупповых. Проверьте сложением дисперсий правильность Ваших расчетов.

Вычислите коэффициент детерминации.

Сделайте краткие выводы.

**Решение:**

Рассчитаем производительность труда для каждого завода.

Таблица 5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заводы, п/п | Годовой объем продукции, млн. руб. | Производительность труда, тыс. руб. / чел. |
| 1 | 1,7 | 6,07 |
| 2 | 4,8 | 10,00 |
| 3 | 3,7 | 8,81 |
| 4 | 6,1 | 12,08 |
| 5 | 9,4 | 13,24 |
| 6 | 9,6 | 9,41 |
| 7 | 2,1 | 4,29 |
| 8 | 2,6 | 5,20 |
| 9 | 4,5 | 7,26 |
| 10 | 8,4 | 8,48 |
| 11 | 9,7 | 10,43 |
| 12 | 2,3 | 5,35 |
| 13 | 3,4 | 6,07 |
| 14 | 6,3 | 10,33 |
| 15 | 9,8 | 10,83 |
| 16 | 7,3 | 9,86 |
| 17 | 1,8 | 4,62 |
| 18 | 2,6 | 6,05 |
| 19 | 4,8 | 9,41 |
| 20 | 16,1 | 12,88 |
| 21 | 1,3 | 3,82 |
| 22 | 2,3 | 5,90 |
| 23 | 1,3 | 5,20 |
| 24 | 3,4 | 6,94 |
| 25 | 5,6 | 12,87 |
| 26 | 2,2 | 8,46 |
| 27 | 1,9 | 8,44 |
| 28 | 6,1 | 8,65 |
| 29 | 8,2 | 13,23 |
| 30 | 3,6 | 11,61 |
| 31 | 4,6 | 11,22 |
| 32 | 2,5 | 10,64 |
| Заводы, п/п | Годовой объем продукции, млн. руб. | Производительность труда, тыс. руб. / чел. |
| 33 | 3,4 | 8,61 |
| 34 | 6,4 | 16,20 |
| 35 | 2,3 | 6,57 |
| 36 | 1,8 | 9,00 |
| ИТОГО: | 173,9 | 318,0 |

Разделим выборку на 5 классов. Величины интервалов определим из формул:

 , .

 , .

Составим корреляционную таблицу

Таблица 5.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| y | | | х | | | | | | | | | |  |  |
| 3,82 | 6,30 | 6,30 | 8,78 | 8,78 | 11,25 | 11,25 | 13,73 | 13,73 | 16,20 | Итого |  |
| 1,30 | 4,26 | 10 | | | 5 | | 3 | | 1 | | 0 | | 19 | 2,78 |
| 4,26 | 7,22 | 0 | | | 2 | | 4 | | 2 | | 1 | | 9 | 5,74 |
| 7,22 | 10,18 | 0 | | | 1 | | 4 | | 2 | | 0 | | 7 | 8,70 |
| 10,18 | 13,14 | 0 | | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 11,66 |
| 13,14 | 16,10 | 0 | | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 1 | 14,62 |
| Итого | | 10 | | | 8 | | 11 | | 6 | | 1 | | 36 | - |
|  | | 5,06 | | | 7,54 | | 10,01 | | 12,49 | | 14,96 | | - | - |

Значения в строке  и столбце  задают последовательность точек, которая иллюстрирует зависимость среднего значения результативного признака (у) от факторного признака (х) – эмпирическую линию регрессии.

Общая и межгрупповая дисперсии находятся по формулам :



где  - межгрупповая дисперсия;  - общая дисперсия.  - групповые средние;  - общая средняя; ni - частота i-ой группы; yi – i-й вариант признака; fi – частота i-го варианта.

Общая дисперсия показывает вариацию результативного признака под воздействием всех факторов. Межгрупповая дисперсия показывает вариацию результативного признака, обусловленную вариацией группировочного. Средняя из внутригрупповых показывает вариацию результативного признака под воздействием факторов неучтенных при группировке. Средняя из внутригрупповых находиться по формуле средневзвешенной.



Все три вида дисперсий связаны правилом сложения трех дисперсий

 = + 

Таблица 5.3 Вспомогательные расчеты для расчета межгрупповой дисперсии

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | ni | i | i – | (i – )2 | ni · (i – )2 |
| 1 | 19 | 6,93 | -1,91 | 3,63 | 69,00 |
| 2 | 9 | 10,89 | 2,06 | 4,23 | 38,09 |
| 3 | 7 | 10,78 | 1,95 | 3,80 | 26,60 |
| 4 | 0 | 0,00 | -8,83 | 78,05 | 0,00 |
| 5 | 1 | 12,88 | 4,05 | 16,37 | 16,37 |
| Итого | 36 | - | - | - | 150,06 |

 = 150,06 / 36 = 4,168

Таблица 5.4 Вспомогательные расчеты для расчета общей дисперсии

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | ni | yi | yi – | (yi – )2 | ni · (yi – )2 |
| 1 | 19 | 5,06 | -3,8 | 14,2 | 270,5 |
| 2 | 9 | 7,54 | -1,3 | 1,7 | 15,1 |
| 3 | 7 | 10,01 | 1,2 | 1,4 | 9,7 |
| 4 | 0 | 12,49 | 3,7 | 13,4 | 0,0 |
| 5 | 1 | 14,96 | 6,1 | 37,6 | 37,6 |
| Итого | 36 | - | - | - | 310,25 |

 = 310,25 / 36 = 8,864

Найдем внутригрупповую дисперсию по первой группе

Таблица 5.5 Расчетная таблица для расчета дисперсии по первой группе

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | y | y – | (y – )2 |
| 1 | 6,07 | -0,86 | 0,735 |
| 2 | 8,81 | 1,88 | 3,538 |
| 3 | 4,29 | -2,64 | 6,985 |
| 4 | 5,20 | -1,73 | 2,988 |
| 5 | 5,35 | -1,58 | 2,496 |
| 6 | 6,07 | -0,86 | 0,735 |
| 7 | 4,62 | -2,31 | 5,351 |
| 8 | 6,05 | -0,88 | 0,778 |
| 9 | 3,82 | -3,11 | 9,642 |
| 10 | 5,90 | -1,03 | 1,063 |
| 11 | 5,20 | -1,73 | 2,988 |
| 12 | 6,94 | 0,01 | 0,000 |
| 13 | 8,46 | 1,53 | 2,350 |
| 14 | 8,44 | 1,52 | 2,298 |
| 15 | 11,61 | 4,68 | 21,942 |
| 16 | 10,64 | 3,71 | 13,761 |
| 17 | 8,61 | 1,68 | 2,819 |
| 18 | 6,57 | -0,36 | 0,128 |
| 19 | 9,00 | 2,07 | 4,290 |
| Сумма | - | - | 84,887 |

 = 84,887 / 19 = 4,468

Найдем внутригрупповую дисперсию по второй группе

Таблица 5.6 Расчетная таблица для расчета дисперсии по второй группе

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | y | y – | (y – )2 |
| 1 | 10,00 | -0,50 | 0,245 |
| 2 | 12,08 | 1,58 | 2,509 |
| 3 | 7,26 | -3,24 | 10,480 |
| 4 | 10,33 | -0,17 | 0,028 |
| 5 | 9,41 | -1,08 | 1,174 |
| 6 | 12,87 | 2,38 | 5,656 |
| 7 | 8,65 | -1,84 | 3,396 |
| 8 | 11,22 | 0,72 | 0,524 |
| 9 | 16,20 | 5,71 | 32,572 |
| Сумма | - | - | 56,584 |

 = 56,584 / 9 = 7,073

Найдем внутригрупповую дисперсию по третьей группе

Таблица 5.7 Расчетная таблица для расчета дисперсии по третьей группе

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | y | y – | (y – )2 |
| 1 | 13,24 | 2,46 | 6,031 |
| 2 | 9,41 | -1,37 | 1,882 |
| 3 | 8,48 | -2,30 | 5,284 |
| 4 | 10,43 | -0,35 | 0,125 |
| 5 | 10,83 | 0,05 | 0,002 |
| 6 | 9,86 | -0,92 | 0,844 |
| 7 | 13,23 | 2,44 | 5,964 |
| Сумма | - | - | 20,133 |

 = 20,133 / 7 = 1,83

Внутригрупповая дисперсия по четвертой группе будет равна нулю, т.к. в этой группе нет ни одного завода.

 = 0

Внутригрупповая дисперсия по пятой группе будет равна нулю, т.к. в этой группе только один завод.

 = 0

Найдем среднюю из внутригрупповых :

= (4,468 \* 19 + 7,073 \* 9 + 1,83 \* 7 + 0 \* 0 + 0 \* 1) / 36 = 161,359 / 36 = 4,482

Проверим правило сложения дисперсий

 + = 

4,168 + 4,482 = 8,865

 = 8,864

Т.е. правило сложения дисперсий выполняется.

Эмпирический коэффициент детерминации равен :



η2 = 4,168 / 8,864 = 0,47

Т.е. 47 % вариации результативного признака объясняется вариацией факторного признака.

**Практическая работа №6**

На основе данных табл. 5.1 об объемах продукции () и расчетов показателей производительности труда выполните следующие операции по расчету линии регрессии :

- нанесите данные объемов производства и производительности труда на корреляционное поле;

- сделайте вывод о возможной форме связи между объемом продукции и производительностью труда;

- для выбранной формулы с помощью метода наименьших квадратов рассчитайте величины коэффициентов;

- нанесите на график корреляционного поля уравнение регрессии;

- рассчитайте для данной формы связи необходимые показатели, характеризующие тесноту связи производительности труда с объемами продукции.

**Решение:**

Построим корреляционное поле



По графику можно предположить линейный характер связи между объемом производства (х) и производительности труда (у).

Рассчитаем параметры уравнения линейной парной регрессии.

Для расчета параметров a и b уравнения линейной регрессии у = а + bx решим систему нормальных уравнений относительно а и b :



По исходным данным рассчитываем Σх , Σу, Σух , Σх2 , Σу2.

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y | x | yx | x2 | y2 |
| 1 | 1,70 | 6,07 | 10,3 | 36,86 | 2,9 |
| 2 | 4,80 | 10,00 | 48,0 | 100,00 | 23,0 |
| 3 | 3,70 | 8,81 | 32,6 | 77,61 | 13,7 |
| 4 | 6,10 | 12,08 | 73,7 | 145,91 | 37,2 |
| 5 | 9,40 | 13,24 | 124,5 | 175,28 | 88,4 |
| 6 | 9,60 | 9,41 | 90,4 | 88,58 | 92,2 |
| 7 | 2,10 | 4,29 | 9,0 | 18,37 | 4,4 |
| 8 | 2,60 | 5,20 | 13,5 | 27,04 | 6,8 |
| 9 | 4,50 | 7,26 | 32,7 | 52,68 | 20,3 |
| 10 | 8,40 | 8,48 | 71,3 | 71,99 | 70,6 |
| 11 | 9,70 | 10,43 | 101,2 | 108,79 | 94,1 |
| 12 | 2,30 | 5,35 | 12,3 | 28,61 | 5,3 |
| 13 | 3,40 | 6,07 | 20,6 | 36,86 | 11,6 |
| 14 | 6,30 | 10,33 | 65,1 | 106,66 | 39,7 |
| 15 | 9,80 | 10,83 | 106,1 | 117,26 | 96,0 |
| 16 | 7,30 | 9,86 | 72,0 | 97,32 | 53,3 |
| 17 | 1,80 | 4,62 | 8,3 | 21,30 | 3,2 |
| 18 | 2,60 | 6,05 | 15,7 | 36,56 | 6,8 |
| 19 | 4,80 | 9,41 | 45,2 | 88,58 | 23,0 |
| 20 | 16,10 | 12,88 | 207,4 | 165,89 | 259,2 |
| 21 | 1,30 | 3,82 | 5,0 | 14,62 | 1,7 |
| 22 | 2,30 | 5,90 | 13,6 | 34,78 | 5,3 |
| 23 | 1,30 | 5,20 | 6,8 | 27,04 | 1,7 |
| 24 | 3,40 | 6,94 | 23,6 | 48,15 | 11,6 |
| 25 | 5,60 | 12,87 | 72,1 | 165,73 | 31,4 |
| 26 | 2,20 | 8,46 | 18,6 | 71,60 | 4,8 |
| 27 | 1,90 | 8,44 | 16,0 | 71,31 | 3,6 |
| 28 | 6,10 | 8,65 | 52,8 | 74,87 | 37,2 |
| 29 | 8,20 | 13,23 | 108,5 | 174,92 | 67,2 |
| 30 | 3,60 | 11,61 | 41,8 | 134,86 | 13,0 |
| 31 | 4,60 | 11,22 | 51,6 | 125,88 | 21,2 |
| 32 | 2,50 | 10,64 | 26,6 | 113,17 | 6,3 |
| 33 | 3,40 | 8,61 | 29,3 | 74,09 | 11,6 |
| 34 | 6,40 | 16,20 | 103,7 | 262,52 | 41,0 |
| 35 | 2,30 | 6,57 | 15,1 | 43,18 | 5,3 |
| 36 | 1,80 | 9,00 | 16,2 | 81,00 | 3,2 |
| Итого | 173,9 | 318,0353303 | 1760,9 | 3119,87 | 1217,5 |
| Среднее | 4,83 | 8,83 | 48,9 | 86,7 | 33,8 |
| Обозначение среднего |  |  |  |  |  |

Найдем дисперсию переменных

= 86,7 – 4,832 = 8,62

= 33,8 – 8,832 = 10,48

Найдем параметры a и b уравнения линейной регрессии :

0,724

8,83 – 0,724 · 4,83 = – 1,57

Уравнение регрессии :

= – 1,57 + 0,724 · х

С увеличением среднего объема производства на 1 млн. руб. производительность труда увеличивается на 0,724 тыс. руб. / чел.

Нанесем линию регрессии на график корреляционного поля.

Рассчитаем линейный коэффициент парной корреляции:

 0,656

Т.к. коэффициент от 0,3 до 0,7 связь средняя, прямая.

**Практическая работа №7**

Имеются данные об изменении себестоимости продукции в процессе освоения нового производства (табл. 7.1).

Таблица 7.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Квартал | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Себестоимость единицы, руб. | 290 | 250 | 310 | 230 | 240 | 210 | 220 | 200 | 210 | 210 |

Рассчитайте для данного ряда динамики:

а) величины абсолютных изменений уровней ряда;

б) темпы изменения (%).

Постройте график и выберете формулу для аналитического выравнивания.

Рассчитайте ее параметры и нанесите теоретическую линию регрессии на график.

**Решение:**

Рассчитаем показатели динамики по следующим формулам:

Абсолютный прирост базисный:

Δi баз = Yi – Y1 ,

где Y1 – размер показателя в первом году, Yi – размер показателя в i-ом году. Абсолютный прирост цепной:

Δi цеп = Yi – Yi-1 ,

где Yi–1 – размер показателя в предшествующий i-му год.

Темп роста базисный:

Тр баз = (Yi / Y1)·100 .

Темп роста цепной:

Тр цеп = (Yi / Yi–1)·100 .

Темп прироста базисный:

Тпр баз = Тр баз – 100 .

Темп прироста цепной:

Тпр цеп = Тр цеп – 100 .

Рассчитанные показатели сведем в таблицу

Таблица 7.2 Показатели динамики себестоимости продукции

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Квартал | Себестоимость единицы, руб. | Абсолютный прирост | | Темп роста, % | | Темп прироста, % | |
| базисный | цепной | базисный | цепной | базисный | цепной |
| 1 | 290,0 | – | – | 100,0 | – | 0,0 | – |
| 2 | 250,0 | – 40,00 | – 40,00 | 86,2 | 86,2 | – 13,8 | – 13,8 |
| 3 | 310,0 | 20,00 | 60,00 | 106,9 | 124,0 | 6,9 | 24,0 |
| 4 | 230,0 | – 60,00 | – 80,00 | 79,3 | 74,2 | – 20,7 | – 25,8 |
| 5 | 240,0 | – 50,00 | 10,00 | 82,8 | 104,3 | – 17,2 | 4,3 |
| 6 | 210,0 | – 80,00 | – 30,00 | 72,4 | 87,5 | – 27,6 | – 12,5 |
| 7 | 220,0 | – 70,00 | 10,00 | 75,9 | 104,8 | – 24,1 | 4,8 |
| 8 | 200,0 | – 90,00 | – 20,00 | 69,0 | 90,9 | – 31,0 | – 9,1 |
| 9 | 210,0 | – 80,00 | 10,00 | 72,4 | 105,0 | – 27,6 | 5,0 |
| 10 | 210,0 | – 80,00 | 0,00 | 72,4 | 100,0 | – 27,6 | 0,0 |

Нанесем данные на график динамики :



Рис. 7.1. Исходные данные.

По графику динамики можно предположить параболическую или обратную гиперболическую зависимость.

Для определения основной тенденции ряда произведем выравнивание ряда динамики с помощью уравнения параболической кривой.

Найдем оценки параметров параболической регрессии и составим уравнение линии регрессии.

Для этого необходимо решить систему из трех линейных уравнений :



где А, В и С параметры параболической кривой :

*у\** = *Ах*2 *+ Вх + С*

Для расчетов будем использовать данные таблицы 7.3.

Таблица 7.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *yi* | *xi* | *x2* | *x3* | *x4* | *уx2* | *уx* |
| 1 | 290 | 1 | 1 | 1 | 1 | 290 | 290 |
| 2 | 250 | 2 | 4 | 8 | 16 | 1000 | 500 |
| 3 | 310 | 3 | 9 | 27 | 81 | 2790 | 930 |
| 4 | 230 | 4 | 16 | 64 | 256 | 3680 | 920 |
| 5 | 240 | 5 | 25 | 125 | 625 | 6000 | 1200 |
| 6 | 210 | 6 | 36 | 216 | 1296 | 7560 | 1260 |
| 7 | 220 | 7 | 49 | 343 | 2401 | 10780 | 1540 |
| 8 | 200 | 8 | 64 | 512 | 4096 | 12800 | 1600 |
| 9 | 210 | 9 | 81 | 729 | 6561 | 17010 | 1890 |
| 10 | 210 | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 21000 | 2100 |
| Итого | 2370 | 55 | 385 | 3025 | 25333 | 82910 | 12230 |



Решая данную систему получим следующие значения коэффициентов

*А* = 0,985 ;*В* = – 20,591 ; *С* = 312,33

Т.е. уравнение параболической кривой будет выглядеть так :

*у\** = 0,985*х*2 – 20,591*х* + 312,33

В данном случае х – это кварталы с 1 по 10.

Построим график изменения показателя и полученной тенденции.



Рис. 7.2. Исходный и выровненный ряды

По графику видно, что полученная параболическая функция достаточно точно совпадает с исходными данными.

**Практическая работа №8**

Данные о реализации товаров в магазине за два квартала приведены втабл. 8.1.

Таблица 8.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Товары | Товарооборот в фактических ценах, млн. руб. | | Изменения цен в % к базисному периоду |
| базисный период | отчетный период |
| А | 141,5 | 262,6 | +4 |
| Б | 122,5 | 121,0 | – 2 |
| В | 136,0 | 148,8 | без изменений |

На основе приведенных данных вычислите:

а) общий индекс товарооборота в фактических ценах;

б) индивидуальные и общий индексы цен;

в) индивидуальные и общий индексы физического объема;

г) абсолютные изменения товарооборота в целом и по факторам (влияние цен и влияние физического объема продаж) как по отдельным товарам, так и в целом.

Результаты расчетов сведите в таблицу и сделайте выводы.

**Решение:**

Рассчитаем недостающие и суммарные значения поставок базисного периода, отчетного периода и отчетного в ценах базисного для всех товаров.

Индивидуальные индексы цен найдем через приросты:

ip = (100 + Δp%) / 100%

ip А = (100 + 4) / 100 = 1,04

ip Б = (100 – 2) / 100 = 0,98

ip В = (100 + 0) / 100 = 1,0

Показатели сведем в таблицу:

Таблица 8.2 Расчет суммарных товарооборотов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Товарные группы | Товарооборот, млн. руб. | | Индивидуальный индекс цен, ip | Товарооборот в отчетном периоде по ценам базисного периода, p0q1 =- p1q1 / ip |
| Базисный период, p0q0 | Отчетный период, p1q1 |
| А | 141,5 | 262,6 | 1,065 | 246,6 |
| Б | 122,5 | 121,0 | 0,98 | 123,5 |
| В | 136,0 | 148,8 | 1,0 | 148,8 |
| Итого | 400 | 532,4 |  | 518,9 |

Общий индекс объема товарооборота в фактических ценах найдем по формуле :



IR = 523,4 / 400 = 1,3085 или 130,85 %

где R1 , R0 – товарооборот отчетного и базисного периодов соответственно; R0,1– товарооборот отчетного периода в ценах базисного; p1 , р0 – цены отчетного и базового периода соответственно; q1 , q0 – объем товаров отчетного и базового периода соответственно.

Общий индекс цен по формуле :



Ip = 523,4 / 518,9 = 1,0087

Т.е. цены в среднем возросли на 0,87 %.

Найдем общую сумму перерасход (+) или экономии (–) средств в результате изменения цен.

Э = R1 – R0,1

Э = 523,4 – 518,9 = 4,5 млн. руб.

В результате роста цен население при покупке товаров перерасходовало 4,5 млн.руб.

Индивидуальные индексы товарооборота найдем по формуле:

iq = q1 / q0 = p0q1 / p0q0

iq A = 246,6 / 141,5 = 1,743

iq Б = 123,5 / 122,5 = 1,008

iq В = 148,8 / 136,0 = 1,094

Общий индекс объема товарооборота в сопоставимых ценах (физического объема товарооборота) найдем по формуле:



IR,q = 518,9 / 400,0 = 1,2973 или 129,73%

Найдем абсолютное изменение объема товарооборота:

ΔR = R1 – R0

ΔR = 532,4 – 400,0 = 132,4 млн. руб.

Найдем изменение объема товарооборота за счет изменения физического объема продаж товаров:

ΔR(q) = Σp0q1 – Σp0q0 = R0,1 – R0

ΔR(q) = 518,9 – 400,0 = 118,9 млн. руб.

Т.е. за счет роста физического объема продаж товарооборот возрос на 118,9 млн. руб.

Найдем изменение объема товарооборота за счет изменения цен:

ΔR(p) = Σp1q1 – Σp0q1 = R1 – R0,1

ΔR(p) = 532,4 – 518,9 = 13,5 млн. руб.

Т.е. за счет роста цен товарооборот возрос на 13,5 млн. руб.

Сведем результаты в таблицу:

Таблица 8.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Товарные группы | Товарооборот, млн. руб. | | Индекс цен | Индекс физического объема |
| Базисный период, p0q0 | Отчетный период, p1q1 |
| А | 141,5 | 262,6 | 1,065 | 1,743 |
| Б | 122,5 | 121,0 | 0,98 | 1,008 |
| В | 136,0 | 148,8 | 1,0 | 1,094 |
| Итого | 400 | 532,4 | 1,0087 | 1,2973 |