**Задача 1**.**9.** По данным таблицы произвести аналитическую группировку предприятий: 1) определить факторный и результативный признаки; 2) провести ранжирование исходных данных по факторному признаку; 3) построить группировку данных с равновеликими интервалами; 4) определить по каждой группе: а) число предприятий; б) размер факторного признака – всего и в среднем на одно предприятие; в) размер результативного признака – всего и в среднем на одно предприятие. Результаты представить в табличном и графическом виде, проанализировать их и сделать выводы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № предприятия | Среднегодовая стоимость основных фондов, тыс.руб. | Выработка товарной продукции на 1 работающего, руб. |
| 1 | 540780 | 35824 |
| 2 | 138657 | 23299 |
| 3 | 543429 | 40261 |
| 4 | 48461 | 18262 |
| 5 | 27486 | 6713 |
| 6 | 287211 | 30295 |
| 7 | 163695 | 21698 |
| 8 | 272728 | 22570 |
| 9 | 77693 | 19923 |
| 10 | 86129 | 19025 |
| 11 | 127570 | 15193 |
| 12 | 22335 | 10893 |
| 13 | 331879 | 38136 |
| 14 | 563029 | 33252 |
| 15 | 149804 | 35795 |
| 16 | 21992 | 19610 |
| 17 | 45691 | 22225 |
| 18 | 85679 | 17257 |
| 19 | 14894 | 31765 |
| 20 | 5190 | 19498 |
| 21 | 208900 | 33478 |
| 22 | 141031 | 23643 |
| 23 | 20301 | 13423 |
| 24 | 70680 | 24509 |
| 25 | 31271 | 18028 |
| 26 | 169995 | 25785 |
| 27 | 5397 | 15852 |
| 28 | 30434 | 21536 |
| 29 | 162229 | 20088 |
| 30 | 802725 | 34263 |
| 31 | 48075 | 36089 |
| 32 | 18894 | 20443 |
| 33 | 19621 | 13840 |
| 34 | 336472 | 24775 |
| 35 | 9843 | 29248 |

**Решение.**

## Определим факторный и результативный признаки.

## Берем предприятия и ранжируем их по среднегодовой стоимости основных фондов (по возрастанию), и смотрим, возрастает или уменьшается при этом выработка товарной продукции на 1 работника.

## Данные переносим на график (рис.1), и получаем поле точек. На оси абсцисс откладываем значения среднегодовой стоимости основных фондов, а на оси ординат – выработка товарной продукции на 1 работника*.* Каждая единица, обладающая определенным значением признаков, обозначается точкой.

## 

## По расположению точек на графике делаем вывод о наличии зависимости.

## Таким образом, cреднегодовая стоимость основных фондов на каждом из предприятий – факторный признак X, выработка товарной продукции на 1 работника – результативный признак Y.

1. Приведем результаты ранжирования исходных данных по факторному

признаку X (cреднегодовая стоимость основных фондов на каждом из предприятий).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № предприятия | Среднегодовая стоимость основных фондов, тыс.руб. | Выработка товарной продукции на 1 работающего, руб |
| 20 | 5190 | 19498 |
| 27 | 5397 | 15852 |
| 35 | 9843 | 29248 |
| 19 | 14894 | 31765 |
| 32 | 18894 | 20443 |
| 33 | 19621 | 13840 |
| 23 | 20301 | 13423 |
| 16 | 21992 | 19610 |
| 12 | 22335 | 10893 |
| 5 | 27486 | 6713 |
| 28 | 30434 | 21536 |
| 25 | 31271 | 18028 |
| 17 | 45691 | 22225 |
| 31 | 48075 | 36089 |
| 4 | 48461 | 18262 |
| 24 | 70680 | 24509 |
| 9 | 77693 | 19923 |
| 18 | 85679 | 17257 |
| 10 | 86129 | 19025 |
| 11 | 127570 | 15193 |
| 2 | 138657 | 23299 |
| 22 | 141031 | 23643 |
| 15 | 149804 | 35795 |
| 29 | 162229 | 20088 |
| 7 | 163695 | 21698 |
| 26 | 169995 | 25785 |
| 21 | 208900 | 33478 |
| 8 | 272728 | 22570 |
| 6 | 287211 | 30295 |
| 13 | 331879 | 38136 |
| 34 | 336472 | 24775 |
| 1 | 540780 | 35824 |
| 3 | 543429 | 40261 |
| 14 | 563029 | 33252 |
| 30 | 802725 | 34263 |

3) Построим группировку данных с равновеликими интервалами.

В данном случае число групп определим по формуле Стерджесса   
.

Определим величину интервала группировочного признака:

.

По найденному значению длины интервала рассчитываем границы интервалов. Нижняя граница первого интервала должна быть равна минимальному значению соответствующего признака. Верхняя граница первого интервала факторного признака равна сумме его нижней границы и длины интервала, нижняя граница второго интервала равна верхней границе предыдущего интервала данного признака. Верхняя граница второго интервала больше его нижней границы на длину интервала и т.д.

Таким образом, по cреднегодовой стоимости основных фондов на каждом из предприятий выделяем шесть групп с интервалами:

I группа – 5190 – 138113

II группа – 138113 – 271036

III группа – 271036 – 403959

IV группа – 403959 – 536882

V группа – 536882 – 669805

VI группа – 669805 – 802728

Отметим, что при таком подходе получаем четвертый интервал с нулевой частотой, поэтому необходимо увеличить ширину интервалов, то есть возьмем , тогда

,  
то есть по cреднегодовой стоимости основных фондов на каждом из предприятий выделяем три группы с интервалами:

I группа – 5190 – 271035

II группа – 271035 – 536880

III группа – 536880 – 802725

Строим вспомогательную таблицу, в которой в каждой группе определим число предприятий, имеющих соответствующую cреднегодовую стоимость основных фондов, общую сумму среднегодовой стоимости основных фондов и среднюю среднегодовую стоимость основных фондов на одно предприятие, а также общую выработку товарной продукции и среднюю выработку товарной продукции на 1 человека.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группы предприятий по  cреднегодовой стоимости основных фондов,  тыс.руб. | I группа | II группа | III группа |
| 5190 –  271035 | 271035– 536880 | 536880– 802725 |
| Номера предприятий, попавшие в соответствующую группу | |  | | --- | | 20 | | 27 | | 35 | | 19 | | 32 | | 33 | | 23 | | 16 | | 12 | | 5 | | 28 | | 25 | | 17 | | 31 | | 4 | | 24 | | 9 | | 18 | | 10 | | 11 | | 2 | | 22 | | 15 | | 29 | | 7 | | 26 | | 21 | | |  | | --- | | 8 | | 6 | | 13 | | 34 | | |  | | --- | | 1 | | 3 | | 14 | | 30 | |
| Число предприятий в группе | 27 | 4 | 4 |
| Среднегодовая стоимость основных фондов на каждом из предприятий | |  | | --- | | 5190 | | 5397 | | 9843 | | 14894 | | 18894 | | 19621 | | 20301 | | 21992 | | 22335 | | 27486 | | 30434 | | 31271 | | 45691 | | 48075 | | 48461 | | 70680 | | 77693 | | 85679 | | 86129 | | 127570 | | 138657 | | 141031 | | 149804 | | 162229 | | 163695 | | 169995 | | 208900 | | |  | | --- | | 272728 | | 287211 | | 331879 | | 336472 | | |  | | --- | | 540780 | | 543429 | | 563029 | | 802725 | |
| Общая сумма среднегодовой стоимости основных фондов | 1951947 | 1228290 | 2449963 |
| Среднегодовая стоимость основных фондов в среднем на одно предприятие | 72294,33 | 307072,5 | 612490,8 |
| Выработка  товарной продукции на 1 человека  на каждом из предприятий | |  | | --- | | 19498 | | 15852 | | 29248 | | 31765 | | 20443 | | 13840 | | 13423 | | 19610 | | 10893 | | 6713 | | 21536 | | 18028 | | 22225 | | 36089 | | 18262 | | 24509 | | 19923 | | 17257 | | 19025 | | 15193 | | 23299 | | 23643 | | 35795 | | 20088 | | 21698 | | 25785 | | 33478 | | |  | | --- | | 22570 | | 30295 | | 38136 | | 24775 | | |  | | --- | | 35824 | | 40261 | | 33252 | | 34263 | |
| Общая сумма  выработки товарной продукции на 1 человека | 577118 | 115776 | 143600 |
| Выработка  товарной продукции на 1 человека  в среднем на одно предприятие | 21374,74 | 28944 | 35900 |

На основе вспомогательной таблицы строим таблицу, выражающую зависимость выработки товарной продукции на 1 работающего от среднегодовой стоимости основных фондов предприятий:

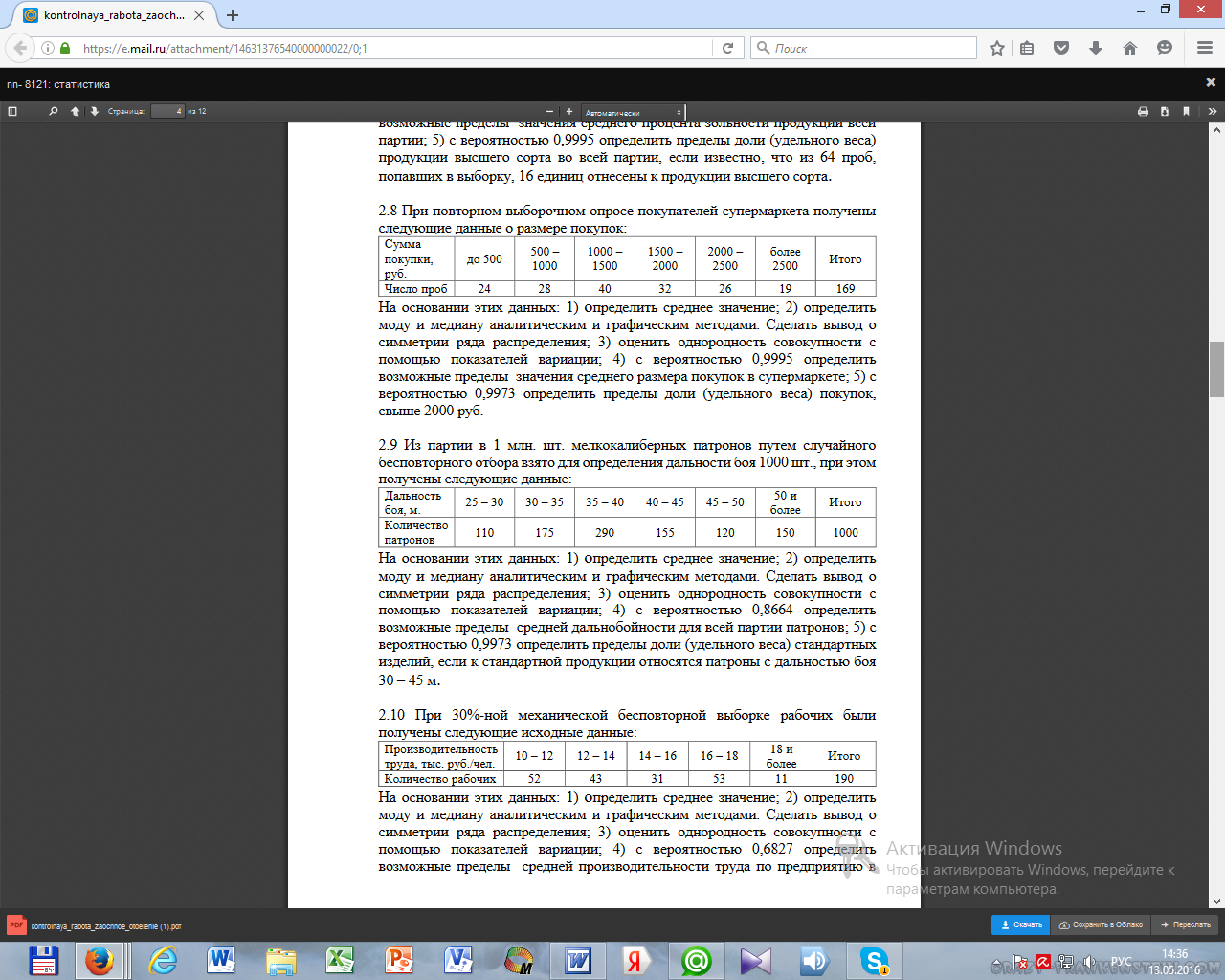
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группы предприятий по  cреднегодовой стоимости основных фондов,  тыс.руб. | Число предприятий в группе | Общая сумма  выработки товарной продукции на 1 человека | Выработка  товарной продукции на 1 человека  в среднем на одно предприятие,  руб. |
| 5190 – 271035 | 27 | 577118 | 21374,74 |
| 271035 – 536880 | 4 | 115776 | 28944 |
| 536880– 802725 | 4 | 143600 | 35900 |

Представим результаты в графическом виде. Для этого отложим на оси  значения cреднегодовой стоимости основных фондов полученные по группам в среднем на одно предприятие, по оси  выработку товарной продукции на 1 человека в среднем на одно предприятие.



Проведенная аналитическая группировка предприятий показывает, что с увеличением cреднегодовой стоимости основных фондов предприятия увеличивается выработка товарной продукции на 1 человека. Вид графика эмпирической линии связи (линии регрессии), позволяет предположить наличие прямолинейной корреляционной связи между результирующим и факторным признаком.

**2.9.** Из партии в 1 млн. шт. мелкокалиберных патронов путем случайного бесповторного отбора взято для определения дальности боя 1000 шт., при этом получены следующие данные:



На основании этих данных: 1) определить среднее значение; 2) определить моду и медиану аналитическим и графическим методами. Сделать вывод о симметрии ряда распределения; 3) оценить однородность совокупности с помощью показателей вариации; 4) с вероятностью 0,8664 определить возможные пределы средней дальнобойности для всей партии патронов; 5) с вероятностью 0,9973 определить пределы доли (удельного веса) стандартных изделий, если к стандартной продукции относятся патроны с дальностью боя

30 – 45 м.

**Решение.**

Для вычисления показателей целесообразно пользоваться вспомогательной таблицей.

В первый столбец поместим порядковые номера заданных интервалов.

Во второй столбец поместим заданные интервалы.

Используя данные таблицы, найдем середину каждого интервала по формуле  и запишем в третий столбец.

В четвертый столбец запишем заданные частоты *ni*.

В пятый столбец поместим накопленные частоты : , ,  и т.д.

В итоге получаем расчетную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | *аi* – *bi* | *xi* | *ni* |  |  |  |  |
| 1 | 25–30 | 27,5 | 110 | 110 | 3025 | 150,0625 | 16506,875 |
| 2 | 30–35 | 32,5 | 175 | 285 | 5687,5 | 52,5625 | 9198,4375 |
| 3 | 35–40 | 37,5 | 290 | 575 | 10875 | 5,0625 | 1468,125 |
| 4 | 40–45 | 42,5 | 155 | 730 | 6587,5 | 7,5625 | 1172,1875 |
| 5 | 45–50 | 47,5 | 120 | 850 | 5700 | 60,0625 | 7207,5 |
| 6 | 50 и более | 52,5 | 150 | 1000 | 7875 | 162,5625 | 24384,375 |
|  | Итого |  | 1000 |  | 39750 |  | 59937,5 |

1) Найдем среднее значение дальности боя:

м.

2) Определим моду и медиану аналитическим и графическим методами.

Определим моду и медиану сначала аналитическим методом.

Мода  для совокупности наблюдений равна тому значению признака, которому соответствует наибольшая частота.

Для одномодального интервального ряда моду можно вычислить по формуле

,

где  означает номер модального интервала (интервал с наибольшей частотой), (–1) и (+1) – номера предшествующего модальному и следующего за ним интервалов.

В примере модальным интервалом является интервал 35–40, так как наибольшее значение  в этом интервале:

м.

Медиана  – значение признака, приходящееся на середину ранжированного ряда наблюдений.

Для интервального ряда медиану следует вычислять по формуле

,

где  означает номер медианного интервала, (–1) – интервала, предшествующего медианному.

В нашем примере в ряду четное число единиц, поэтому , следовательно, медианным интервалом является также интервал 35–40, так как середина вариационного ранжированного ряда (500) находится по накопленным частотам там, где их сумма равна :

м.

Определим моду и медиану графическим методом.

Мода определяется по полигону частот. Полигон частот – это ломаная, в которой концы отрезков имеют координаты .



На данном графике модой является абсцисса точки максимума полигона частот, т.е. .

Медиана определяется по кумуляте. Кумулята – это ломаная, в которой концы отрезков имеют координаты .



На данном графике, медианой является абсцисса точки кумуляты с ординатой равной накопленной частоте : .

Среднее квадратическое отклонение:

м.

Для определения формы распределения найдем показатель асимметрии:

.

Асимметрия правосторонняя, так как имеет положительный знак. При правосторонней асимметрии между показателями существует соотношение:

.

В нашем случае это соотношение выполняется, т.е.

.

3) Оценим однородность совокупности.

Коэффициент вариации:

.

Так как в нашем случае коэффициент вариации не превышает 33%, то распределение считается близким к нормальному, а выборка считается однородной, т.е. полученной из одной генеральной совокупности.

4) Определим с вероятностью 0,8664 возможные пределы средней дальнобойности для всей партии патронов.

По условию из партии в 1 млн. шт. мелкокалиберных патронов путем случайного бесповторного отбора взято для определения дальности боя 1000 шт., т.е. объем генеральной совокупности равен  шт., объем бесповторной выборки равен  шт.

Найдем среднюю квадратическую ошибку бесповторной выборки для средней

.

Найдем предельную ошибку выборки.

При заданной доверительной вероятности  предельная ошибка выборки равна – кратной величине средней квадратической ошибки выборки:

,

где ,  – функция Лапласа, значения которой определяются из таблицы.

По условию заданная доверительная вероятность равна , получаем условие для нахождения 

.

Так как по таблице

,

то в нашем случае

.

Тогда

.

Искомый доверительный интервал для средней дальнобойности  определяем по формуле







5) Определим с вероятностью 0,9973 пределы доли (удельного веса) стандартных изделий, если к стандартной продукции относятся патроны с дальностью боя 30 – 45 м.

Доля патронов с дальностью боя 30 – 45 м в выборке равна

 или 62%.

Найдем среднюю квадратическую ошибку бесповторной выборки для генеральной доли

.

Найдем предельную ошибку выборки.

При заданной доверительной вероятности  предельная ошибка выборки равна – кратной величине средней квадратической ошибки выборки:

,

где ,  – функция Лапласа, значения которой определяются из таблицы.

По условию заданная доверительная вероятность равна , получаем условие для нахождения 

.

Так как по таблице

,

то в нашем случае

.

Тогда

.

Искомый доверительный интервал для доли (удельного веса) стандартных изделий  определяем по формуле

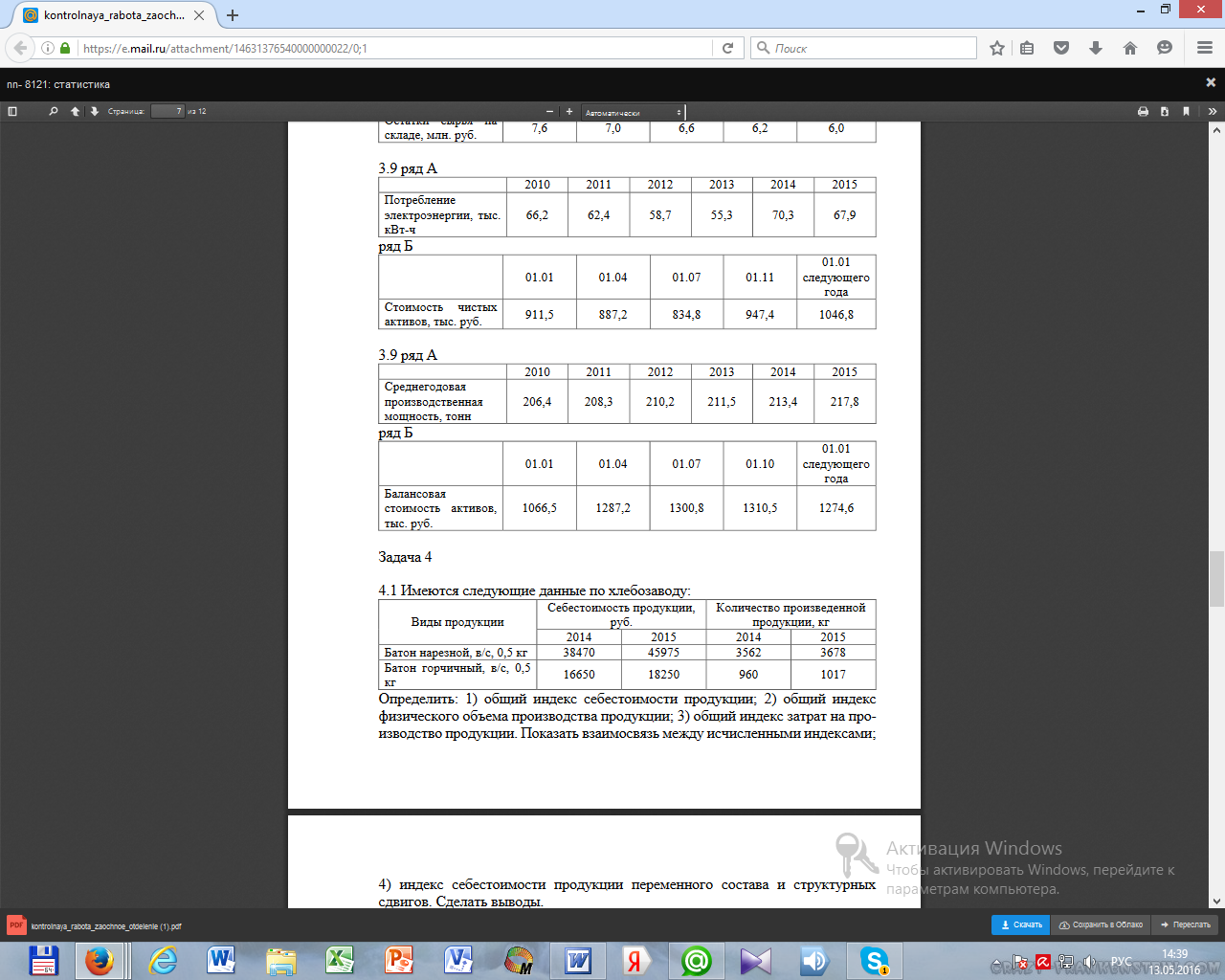






**Задача 3.9.** По данным своего варианта для ряда А: 1) определить цепные и базисные аналитические показатели ряда динамики (абсолютные приросты, темпы роста и прироста, абсолютное значение 1% прироста) и их взаимосвязь; 2) вычислить средний уровень ряда динамики, средний темп роста и прироста; 3) привести графическое изображение динамики развития явления. Сделать выводы. Для ряда Б: 1) определите вид ряда динамики и вычислите его средний уровень.

**Ряд A.**



**Решение.**

1) Определим цепные и базисные аналитические показатели ряда динамики.

Абсолютные изменения:

а) базисные

Расчетная формула имеет вид

,

где – сравниваемый уровень, – уровень, принятый за базу.

Получаем

; ; ;

; .

б) цепные

Цепные показатели получаются путем сравнения каждого последующего уровня динамического ряда с предыдущим:

; ; ;

; .

Темпы роста:

а) базисные

Расчетная формула имеет вид

,

где – сравниваемый уровень, – уровень, принятый за базу.

Получаем

;;;;

.

б) цепные

;;;;

.

Темпы прироста:

а) базисные

Расчетная формула имеет вид

,

где – сравниваемый уровень, – уровень, принятый за базу.

Получаем

;;

;;

.

б) цепные

;;

;;

.

Значение 1% прироста рассчитывается по цепным показателям:

.

Получаем

;;;;

.

2) Вычислим средний уровень ряда динамики, средний темп роста и прироста.

Средний уровень ряда:

.

Cредний темп роста:

Этот показатель рассчитывают исходя из общего темпа роста



или исходя из цепных темпов роста

.

По первому способу получаем

1,011 или 101,1%.

Cредний темп прироста:

Найдем этот показатель по второму способу, исходя из цепных темпов прироста

.

1. Приведем графическое изображение динамики развития явления.

Вдоль оси откладываем уровни динамического ряда:



Характер динамики развития явления, определяют исходя из проведенного расчета цепных и базисных аналитических показателей ряда динамики.

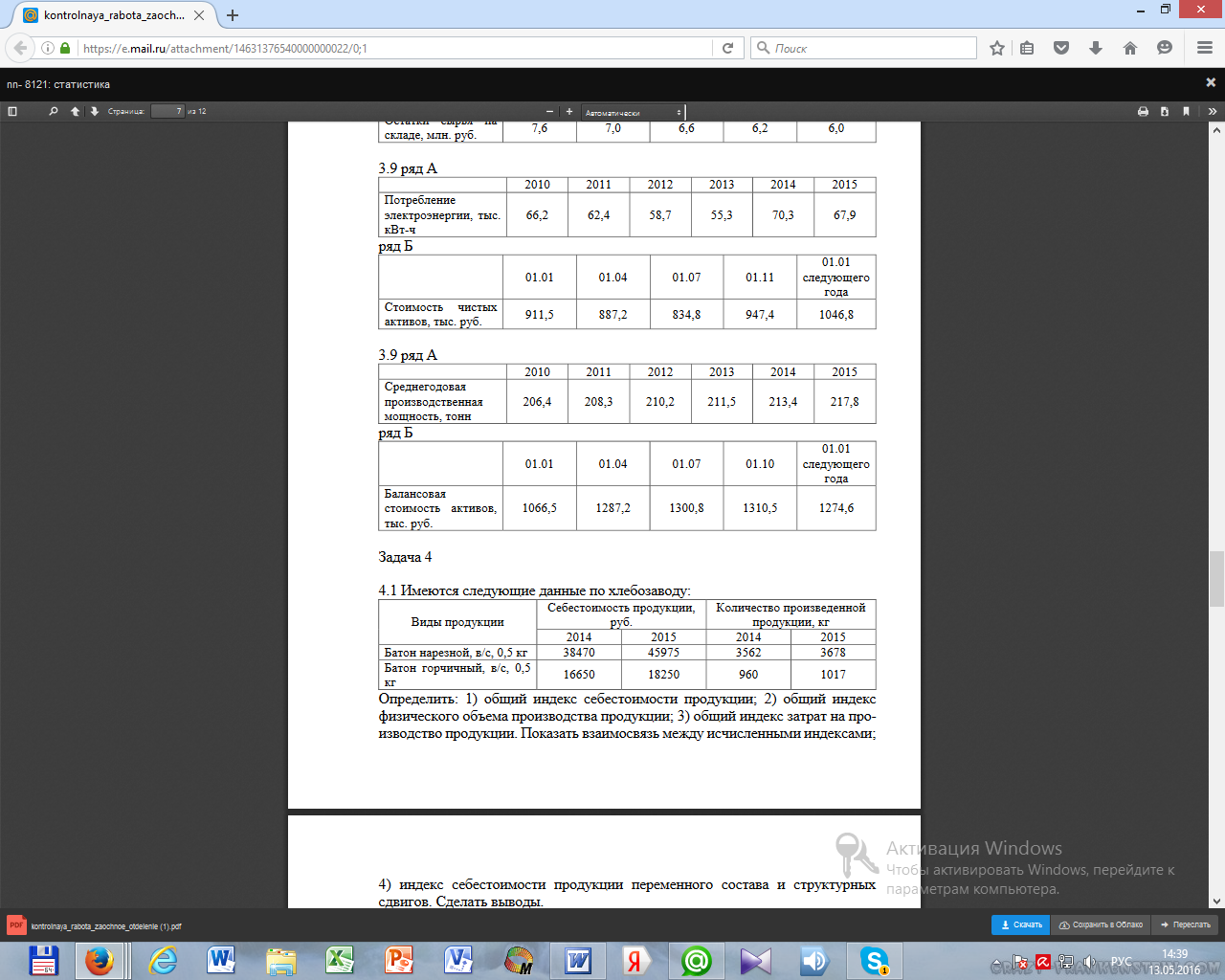
Линейная зависимость выбирается в тех случаях, когда в исходном временном ряду наблюдаются более или менее постоянные абсолютные цепные приросты, не проявляющие тенденции ни к увеличению, ни к снижению.

Параболическая зависимость используется, если абсолютные цепные приросты сами по себе обнаруживают некоторую тенденцию развития, но абсолютные цепные приросты абсолютных цепных приростов (разности второго порядка) никакой тенденции развития не проявляют.

Экспоненциальные зависимости применяются, если в исходном временном ряду наблюдается либо более или менее постоянный относительный рост (устойчивость цепных темпов роста, темпов прироста, коэффициентов роста), либо, при отсутствии такого постоянства, – устойчивость в изменении показателей относительного роста (цепных темпов роста цепных же темпов роста, цепных коэффициентов роста цепных же коэффициентов или темпов роста и т.п.).

Видно, что для нашего случая характерен линейный характер зависимости.

**Ряд Б.**

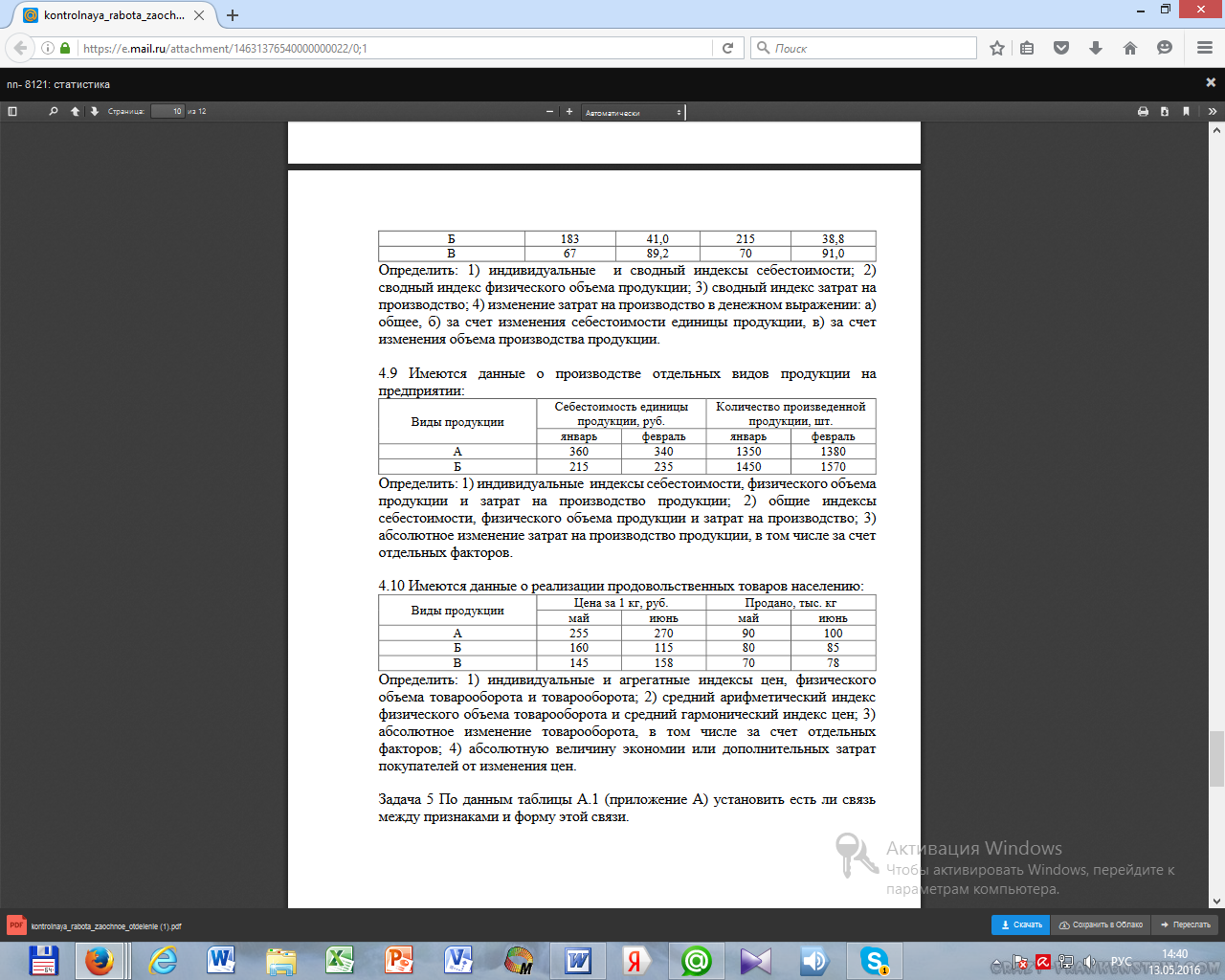


**Решение.**

Данный ряд динамики является моментным динамическим рядом c равными отрезками времени между датами. Средний уровень такого ряда рассчитывают по средней хронологической:



**4.9.** Имеются данные о производстве отдельных видов продукции на предприятии:



Определить: 1) индивидуальные индексы себестоимости, физического объема продукции и затрат на производство продукции; 2) общие индексы

себестоимости, физического объема продукции и затрат на производство; 3) абсолютное изменение затрат на производство продукции, в том числе за счет отдельных факторов.

**Решение.**

Обозначим

– себестоимость единицы продукции в январе, в руб.;

– себестоимость единицы продукции в феврале, в руб.;

– количество произведенной продукции в январе, в шт.;

– количество произведенной продукции в феврале, в шт..

Тогда

 – затраты на производство продукции в январе, в тыс. руб.;

 – затраты на производство продукции в феврале, в тыс. руб..

Определим затраты на производство продукции A:

 тыс. руб.

 тыс. руб.

Определим затраты на производство продукции Б:

 тыс. руб.

 тыс. руб.

Получаем следующую таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды продукции | Себестоимость единицы продукции,  руб. | | Количество произведенной продукции, шт. | | Затраты на производство,  тыс. руб. | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| А | 360 | 340 | 1350 | 1380 | 486 | 469,2 | 496,8 |
| Б | 215 | 235 | 1450 | 1570 | 311,75 | 368,95 | 337,55 |
| Итого |  |  |  |  | 797,75 | 838,15 | 834,35 |

1) Найдем индивидуальные индексы себестоимости, физического объема продукции и затрат на производство продукции.

Индивидуальные индексы себестоимости:

А –  или 94%;

Б –  или 109%.

Следовательно, себестоимость единицы продукции А в отчетном периоде по сравнению с базисным уменьшилась на 6%, а себестоимость единицы продукции Б в отчетном периоде по сравнению с базисным увеличилась на 9%.

Индивидуальные индексы количества произведенной продукции:

А –  или 102,2%;

Б –  или 108,3%.

Следовательно, количество произведенной продукции А в отчетном периоде по сравнению с базисным увеличилось на 2,2%, а количество произведенной продукции Б в отчетном периоде по сравнению с базисным увеличилось на 8,3%.

Индивидуальные индексы затрат на производство:

А –  или 102,2%;

Б –  или 108,3%.

Следовательно, затраты на производство продукции А в отчетном периоде по сравнению с базисным увеличилось на 2,2%, а затраты на производство продукции Б в отчетном периоде по сравнению с базисным увеличилось на 8,3%.

2) Найдем общие индексы себестоимости, физического объема продукции и затрат на производство.

Общий индекс затрат на производство:



Абсолютное изменение:

 тыс. руб.

Индекс показывает, что затраты на производство в отчетном периоде по сравнению с базисным периодом увеличились на 5,1%, а в абсолютном выражении на 40,4 тыс. руб.

В этом индексе затраты на производство изменяются за счет изменения двух переменных величин – себестоимости и количества произведенной продукции.

Рассчитаем индекс, в котором отражено изменение затрат на производство за счет себестоимости.

Общий индекс себестоимости:



Абсолютное изменение

 тыс. руб.

Далее определяем изменение затрат на производство за счет изменения физического объема продукции.

Общий индекс физического объема продукции:



Абсолютное изменение

 тыс. руб.

Таким образом, что затраты на производство в отчетном периоде по сравнению с базисным периодом увеличились на 5,1%, а в абсолютном выражении на 40,4 тыс. руб. В том числе за счет увеличения себестоимости на 0,5% (в абсолютном выражении на 3,8 тыс. руб.) и за счет увеличения физического объема продукции на 4,6% (в абсолютном выражении на 36,6 тыс. руб.).

**Задача 5.9.** По данным таблицы установить если есть связь между признаками и форму этой связи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № предприятия | Товарная продукция, тыс.руб. | Численность промышленно-производственного персонала, чел. |
| 1 | 332448 | 9280 |
| 2 | 97788 | 4197 |
| 3 | 391900 | 9734 |
| 4 | 28507 | 1561 |
| 5 | 23684 | 3528 |
| 6 | 103911 | 3430 |
| 7 | 55004 | 2535 |
| 8 | 82086 | 3637 |
| 9 | 89136 | 4474 |
| 10 | 94552 | 4970 |
| 11 | 101734 | 6696 |
| 12 | 19433 | 1784 |
| 13 | 189269 | 4963 |
| 14 | 211813 | 6370 |
| 15 | 139924 | 3909 |
| 16 | 24415 | 1245 |
| 17 | 61830 | 2782 |
| 18 | 67130 | 3890 |
| 19 | 36212 | 1140 |
| 20 | 10139 | 520 |
| 21 | 175322 | 5237 |
| 22 | 118191 | 4999 |
| 23 | 25960 | 1934 |
| 24 | 67474 | 2753 |
| 25 | 27294 | 1514 |
| 26 | 98010 | 3801 |
| 27 | 10954 | 691 |
| 28 | 62240 | 2890 |
| 29 | 88569 | 4409 |
| 30 | 186256 | 5436 |
| 31 | 56262 | 1559 |
| 32 | 19216 | 940 |
| 33 | 16567 | 1197 |
| 34 | 203456 | 8212 |
| 35 | 13425 | 459 |

**Решение.**

## Введем следующие обознаячения:

## результативный признак – товарная продукция, тыс.руб (*y*);

## факторный признак – численность промышленно-производственного персонала, чел.(*x*).

1) Первичную информацию проверим на однородность по признаку–фактору с помощью коэффициента вариации. Для этого определяем среднюю численность промышленно-производственного персонала:

 чел.

Среднее квадратическое отклонение:

 чел.

Коэффициент вариации:

.

Так как в нашем случае коэффициент вариации превышает 33%, то выборка не является однородной, т.е. полученной из одной генеральной совокупности.

Истинное значение исследуемого факторного признака находится в интервале  с вероятностью .

Из массива первичной информации должны быть исключены все резко выделяющиеся единицы, т.е. те, которые не попадают в указанный интервал.

В нашем случае

;

.

Поэтому все значения признака– фактора попадают в данный диапазон.

2) Для установления факта наличия связи берем предприятия и ранжируем их по численности промышленно-производственного персонала (по возрастанию), и смотрим, возрастает или уменьшается при этом товарная продукция.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № предприятия | Товарная продукция, тыс.руб. | Численность промышленно-производственного персонала, чел. |
| 35 | 13425 | 459 |
| 20 | 10139 | 520 |
| 27 | 10954 | 691 |
| 32 | 19216 | 940 |
| 19 | 36212 | 1140 |
| 33 | 16567 | 1197 |
| 16 | 24415 | 1245 |
| 25 | 27294 | 1514 |
| 31 | 56262 | 1559 |
| 4 | 28507 | 1561 |
| 12 | 19433 | 1784 |
| 23 | 25960 | 1934 |
| 7 | 55004 | 2535 |
| 24 | 67474 | 2753 |
| 17 | 61830 | 2782 |
| 28 | 62240 | 2890 |
| 6 | 103911 | 3430 |
| 5 | 23684 | 3528 |
| 8 | 82086 | 3637 |
| 26 | 98010 | 3801 |
| 18 | 67130 | 3890 |
| 15 | 139924 | 3909 |
| 2 | 97788 | 4197 |
| 29 | 88569 | 4409 |
| 9 | 89136 | 4474 |
| 13 | 189269 | 4963 |
| 10 | 94552 | 4970 |
| 22 | 118191 | 4999 |
| 21 | 175322 | 5237 |
| 30 | 186256 | 5436 |
| 14 | 211813 | 6370 |
| 11 | 101734 | 6696 |
| 34 | 203456 | 8212 |
| 1 | 332448 | 9280 |
| 3 | 391900 | 9734 |

## Данные переносим на график, и получаем поле точек. На оси абсцисс откладываем значения численности, а на оси ординат – товарную продукцию*.* Каждая единица, обладающая определенным значением признаков, обозначается точкой.

## 

## По расположению точек на графике делаем вывод о наличии зависимости.

3) Построим группировку данных с равновеликими интервалами.

В данном случае число групп определим по формуле Стерджесса   
.

Определим величину интервала группировочного признака:

.

По найденному значению длины интервала рассчитываем границы интервалов. Нижняя граница первого интервала должна быть равна минимальному значению соответствующего признака. Верхняя граница первого интервала факторного признака равна сумме его нижней границы и длины интервала, нижняя граница второго интервала равна верхней границе предыдущего интервала данного признака. Верхняя граница второго интервала больше его нижней границы на длину интервала и т.д.

Таким образом, по численности промышленно-производственного персонала на каждом из предприятий выделяем шесть групп с интервалами:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группы предприятий по  по численности промышленно-производственного персонала, чел. | Число предприятий в группе | Общая сумма  товарной продукции,  тыс. руб. | Товарная продукция в среднем на одно предприятие,  тыс. руб. |
| 459 – 2005 | 12 | 14544 | 1212 |
| 2005 – 3551 | 6 | 17918 | 2986,33 |
| 3551– 5097 | 10 | 43249 | 4324,9 |
| 5097– 6643 | 3 | 17043 | 5681 |
| 6643– 8189 | 1 | 6696 | 6696 |
| 8189– 9735 | 3 | 27226 | 9075,33 |

Представим результаты в графическом виде. Для этого отложим на оси  значения середин интервалов по численности промышленно-производственного персонала полученных по группам, по оси  товарную продукцию в среднем на одно предприятие в тыс. руб.



Проведенная аналитическая группировка предприятий показывает, что с увеличением численности промышленно-производственного персонала предприятия увеличивается выработка товарной продукции. Вид графика эмпирической линии связи (линии регрессии), позволяет предположить наличие прямолинейной корреляционной связи между результирующим и факторным признаком.

1. Для нахождения параметров линейной регрессии составим

вспомогательную таблицу и найдем значение параметров *а* и *b*:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №строки | x | y | yx | x2 | y2 |
| 1 | 459 | 13425 | 6162075 | 210681 | 180230625 |
| 2 | 520 | 10139 | 5272280 | 270400 | 102799321 |
| 3 | 691 | 10954 | 7569214 | 477481 | 119990116 |
| 4 | 940 | 19216 | 18063040 | 883600 | 369254656 |
| 5 | 1140 | 36212 | 41281680 | 1299600 | 1311308944 |
| 6 | 1197 | 16567 | 19830699 | 1432809 | 274465489 |
| 7 | 1245 | 24415 | 30396675 | 1550025 | 596092225 |
| 8 | 1514 | 27294 | 41323116 | 2292196 | 744962436 |
| 9 | 1559 | 56262 | 87712458 | 2430481 | 3165412644 |
| 10 | 1561 | 28507 | 44499427 | 2436721 | 812649049 |
| 11 | 1784 | 19433 | 34668472 | 3182656 | 377641489 |
| 12 | 1934 | 25960 | 50206640 | 3740356 | 673921600 |
| 13 | 2535 | 55004 | 139435140 | 6426225 | 3025440016 |
| 14 | 2753 | 67474 | 185755922 | 7579009 | 4552740676 |
| 15 | 2782 | 61830 | 172011060 | 7739524 | 3822948900 |
| 16 | 2890 | 62240 | 179873600 | 8352100 | 3873817600 |
| 17 | 3430 | 103911 | 356414730 | 11764900 | 10797495921 |
| 18 | 3528 | 23684 | 83557152 | 12446784 | 560931856 |
| 19 | 3637 | 82086 | 298546782 | 13227769 | 6738111396 |
| 20 | 3801 | 98010 | 372536010 | 14447601 | 9605960100 |
| 21 | 3890 | 67130 | 261135700 | 15132100 | 4506436900 |
| 22 | 3909 | 139924 | 546962916 | 15280281 | 19578725776 |
| 23 | 4197 | 97788 | 410416236 | 17614809 | 9562492944 |
| 24 | 4409 | 88569 | 390500721 | 19439281 | 7844467761 |
| 25 | 4474 | 89136 | 398794464 | 20016676 | 7945226496 |
| 26 | 4963 | 189269 | 939342047 | 24631369 | 35822754361 |
| 27 | 4970 | 94552 | 469923440 | 24700900 | 8940080704 |
| 28 | 4999 | 118191 | 590836809 | 24990001 | 13969112481 |
| 29 | 5237 | 175322 | 918161314 | 27426169 | 30737803684 |
| 30 | 5436 | 186256 | 1012487616 | 29550096 | 34691297536 |
| 31 | 6370 | 211813 | 1349248810 | 40576900 | 44864746969 |
| 32 | 6696 | 101734 | 681210864 | 44836416 | 10349806756 |
| 33 | 8212 | 203456 | 1670780672 | 67436944 | 41394343936 |
| 34 | 9280 | 332448 | 3085117440 | 86118400 | 1,10522E+11 |
| 35 | 9734 | 391900 | 3814754600 | 94750756 | 1,53586E+11 |
| Итого | 126676 | 3330111 | 18714789821 | 654692016 | 5,86021E+11 |
| Ср.знач | 3619,3143 | 95146,0286 | 534708280,6 | 18705486 | 16743450116 |

Получили

; ; ; ;

.

Следовательно,

; ;

;.

Поформулам:

, ,

получаем

, .

Таким образом, уравнение линейной регрессии имеет вид:

.

5)Определим тесноту связи с помощью линейного коэффициента корреляции :

.

Вычислим коэффициент детерминации:

.

Полученное значение коэффициента корреляции (0,92) позволяет оценивать связь между показателями *х* и *у* как тесную. При этом значение коэффициента детерминации 84% говорит о том, что полученная линейная модель определяет вариацию результативного показателя *у* на 84% за счет вариации включенного в модель фактора *х*, а 16% приходятся на действие других, не учтенных в модели факторов.

Фактические значения результативного признака отличаются от теоретических, рассчитанных по уравнению регрессии. Чем меньше это отличие, тем ближе теоретические значения подходят к эмпирическим данным, тем лучше качество модели.

Оценим адекватность выбранного уравнения, т.е. насколько правильно оно описывает (аппроксимирует) положение исходных точек на координатном поле. Такая оценка выполняется с помощью *F*-критерия (критерия Фишера). Для вычисления значения используется формула:

.

По таблице по уровню значимости 0,05 и числам степеней свободы  – количество включенных в модель факторов,  – количество степеней свободы, *n*=35 – количество наблюдений. Получаем

.

В результате вычислений получается Fрасч > Fтабл, следовательно, уравнение линейной регрессии с достаточной точностью описывает расположение исходных данных и является статистически значимым с вероятностью 0,95.

Для сравнения результатов приведем график линейной регрессии и уравнение, полученные средствами EXCEL:



Видно, что уравнение регрессии совпадает.