

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ**

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Лабораторный практикум по модулю 2
"Методы факторного и корреляционного анализа.
Оценка динамических рядов"
учебной дисциплины
"СТАТИСТИКА"
для иностранных студентов всех отраслей знаний
дневной формы обучения**

Харьков. Изд. ХНЭУ, 2012

Утверждено на заседании кафедры статистики и экономического прогнозирования.

Протокол № 1 от 25.08.2011 г.

Составители: Погасий С. С.

Милевская Т. С.

Зирко Е. В.

Гольяева Л. А.

Свидло А. И.

Л12 Лабораторный практикум по модулю 2 "Методы факторного и корреляционного анализа. Оценка динамических рядов" учебной дисциплины "Статистика" для иностранных студентов всех отраслей знаний дневной формы обучения / сост. Погасий С. С., Милевская Т. С., Зирко Е. В. и др. – Х. : Изд. ХНЭУ, 2012. – 52 с. (Русск. яз.)

Приведены примеры решения лабораторных задач по модулю 2 данной учебной дисциплины с помощью использования возможностей пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Рекомендовано для иностранных студентов всех отраслей знаний дневной формы обучения.

Введение

Данный практикум предназначен для освоения студентами при выполнении лабораторных работ основ использования методов факторного и корреляционного анализа, оценки динамических рядов.

Предполагается выполнение лабораторных работ № 7 – 11 с использованием прикладной программы MS Excel. Применение программы Excel позволяет при автоматизации рутинных расчетов и построения диаграмм проводить пошаговое выполнение задач, благодаря чему усваивается сущность статистических методов анализа. Кроме того, использование Excel обусловлено повсеместным распространением этого табличного процессора.

При выполнении лабораторных работ следует оформлять каждую работу в отдельной книге программы Excel (записывать в виде отдельного файла). При этом каждая задача выполняется на отдельном листе книги. В сердцевине A1 каждого листа указывается номер и название работы. Например: "Лаб. работа 7. Корреляционный анализ". Каждый лист книги следует называть по номеру выполненной на нем задачи, например, задачи 8.2. Имена файлов должны состоять из фамилии студента и номера работы, например : "Иванов-3".

По каждой работе студент должен представить отчет, который содержит название работы и распечатку результатов выполнения задач. По вопросам, которые содержатся в задачах, но не нуждаются в расчетах и построениях, студент должен подготовить устный ответ.

Квалификационные требования к студентам в области статистики

Необходимая учебная база перед началом изучения дисциплины

С целью лучшего усвоения учебного материала дисциплины студенты должны к его началу овладеть знаниями и навыками в области общей теории статистики, экономико-математического моделирования, статистического моделирования и прогнозирования. В свою очередь, знание данной дисциплины обеспечит успешное выполнение курсовых и дипломных работ.

В результате изучения учебной дисциплины "Статистика" студенту необходимо приобрести такие компетенции (табл. 1).

Компетенции, которые формируются лабораторным практикумом по учебной дисциплине "Статистика"

Название компетенции	Содержание компетенции	Умение студента относительно данной компетенции
1. Учетно-статистическая	1.1. Способность проводить статистические расчеты	1.1.1. Проводить расчет показателей для проверки статистических гипотез. 1.1.2. Проводить расчет показателей динамических рядов
2. Аналитическая	2.1. Способность проводить статистический анализ	2.1.1. Определять факторы, которые влияют на смену показателей. 2.1.2. Прогнозировать вероятный ход процессов на перспективу, анализировать и оценивать возможные следствия изменения явления
3. Организационно-методологическая	3.1. Способность внедрять статистическую методологию	3.1.1. Владеть методами прогнозирования. 3.1.2. Владеть методиками исследования видов тенденций в изменении экономических и социальных явлений. 3.1.3. Владеть методами оценки общей тенденции явления. 3.1.4. Владеть методами оценки стохастических явлений. 3.1.5. Владеть методами прогнозной экстраполяции на основе трендовых моделей. 3.1.6. Владеть методами колебаний и постоянства динамических рядов 3.1.7. Владеть методами построения однофакторных и многофакторных регрессионных моделей. 3.1.8. Владеть методом построения автокорреляции
4. Контрольная	4.1. Способность строить одно- и многофакторные модели и проверять их на адекватность	4.1.1. Готовить информацию, выбирать тип моделей, осуществлять расчеты их параметров и проверять на адекватность. 4.1.2. Использовать соответствующие критерии для анализа уровня достоверности прогнозных оценок
5. Информационная	5.1. Способность использовать при решении экономических задач современные средства обработки информации	5.1.1. Использовать разнообразные возможности пакета прикладных программ Excel для визуализации системного анализа экономических процессов или явлений с целью повышения качества управленческих решений

Лабораторная работа № 7. Статистические методы измерения взаимосвязей

Цель работы – овладеть навыками проведения корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа данных в MS Excel.

Задача работы – с помощью MS Excel провести корреляционно-регрессионный и дисперсионный анализ данных.

Методические рекомендации

Корреляционный анализ. Работа начинается из запуска Excel (аналогично запуску других прикладных программ – через меню *ПУСК* или используя ярлык). При формировании файла с данными показатели не обязательно вводить во входную таблицу табличного процессора, их можно перенести из документов Microsoft Office через буфер обмена. После чего, если нужно, происходит преобразование и визуализация первичных данных (рис. 7.1).

	В	С	Д	Е
		Численность работников, которые имеют среднее специальное и высшее образование	Отношение числа работников, которые имеют низкую квалификацию к численности работников предприятия, %	Уровень произведенной бракованной продукции
4	Предприятие			
5	1	612,5	18,6	756,7
6	2	656,7	9,0	659,2
7	3	649,2	44,1	670,0
8	4	662,5	1,8	584,2
9	5	616,7	8,7	570,8
10	6	751,7	0,3	413,3
11	7	698,3	2,0	446,7
12	8	635,8	4,5	780,0
13	9	635,0	3,4	551,7
14	10	630,8	3,4	559,2
15	11	643,3	0,8	766,7
16	12	636,7	3,5	866,7
17	13	636,7	1,8	674,2
18	14	629,2	20,9	735,0

Рис. 7.1. Входные данные

Режим *Корреляция* предназначен для расчетов генерального и выборочного коэффициентов корреляции соответственно на основе генеральных и выборочных данных. Для перехода в этот режим

необходимо войти в позицию меню *Сервис – Анализ данных* и выбрать данный режим (рис. 7.2).

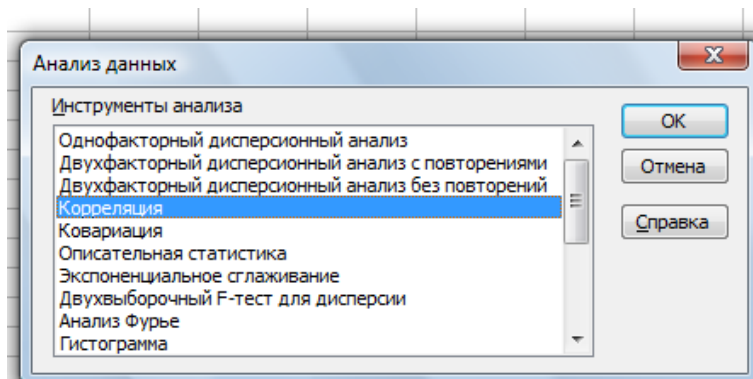


Рис. 7.2. Выбор режима *Корреляция*

В диалоговом окне режима *Корреляция* задаются следующие параметры (рис. 7.3):

1. *Входной интервал* – вводятся ссылки на ячейки, которые содержат статистические данные.

2. *Группирование* – устанавливается положение *По столбцам* или *По строкам* в зависимости от расположения данных во входном диапазоне.

3. *Метки в первой строке* – активизируется, если первая строка (столбец) во входном диапазоне содержит заголовки. Если заголовки отсутствуют, необходимо деактивизировать этот параметр. В этом случае будут автоматически созданы стандартные названия для данных исходного диапазона.

4. *Выходной интервал/Новый рабочий лист/Новая рабочая книга*.

В положении *Выходной интервал* активизируется поле, в которое необходимо ввести ссылку на левую верхнюю ячейку выходного диапазона. Размер выходного диапазона будет определен автоматически, и на экране появится сообщения в случае возможного наложения выходного диапазона на входные данные.

В положении *Новый рабочий лист* открывается новый лист, в котором, начиная с ячейки *A1*, выводятся результаты анализа. Если нужно задать имя новому рабочему листу, который открывается, введите его имя в поле, которое расположено напротив.

В положении *Новая рабочая книга* открывается новая книга, на первом листе которой, начиная с ячейки A1, выводятся результаты анализа.

Введенные параметры режима *Корреляция* представлены на рис. 7.3, а рассчитанный линейный коэффициент корреляции – на рис. 7.4.

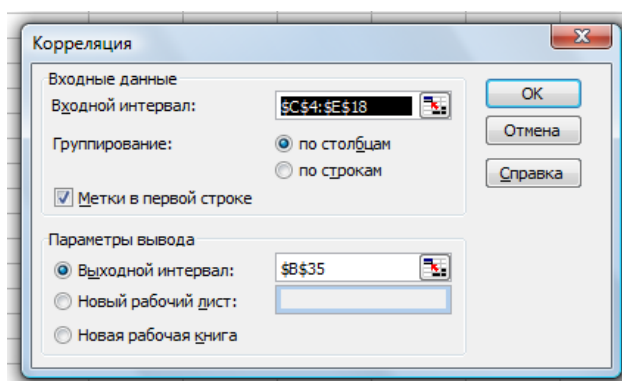


Рис. 7.3. Значение параметров режима *Корреляция*

	B	C	D	E
35		<i>Численность работников, которые имеют среднее специальное и высшее образование</i>	<i>Отношение числа работников, которые имеют низкую квалификацию, к численности работников предприятия</i>	<i>Уровень произведенной бракованной продукции</i>
36	<i>Численность работников, которые имеют среднее специальное и высшее образование</i>		1	
37	<i>Отношение числа работников, которые имеют низкую квалификацию, к численности работников предприятия</i>	-0,258599075		1
38	<i>Уровень произведенной бракованной продукции</i>	-0,656836899	0,237580558	1

Рис. 7.4. Рассчитанный линейный коэффициент корреляции

Полученный результат (см. рис. 7.4) свидетельствует, что между парами всех показателей, которые исследуются, существует

стохастическая связь. Причем характер всех выявленных связей разный и состоит в следующем:

связь *Численность работников, которые имеют среднее специальное и высшее образование* – *Отношение числа работников, которые имеют низкую квалификацию, к численности работников предприятия* является слабой и обратной (-0,26), то есть увеличение первого показателя приведет к уменьшению второго;

связь *Численность работников, которые имеют среднее специальное и высшее образование* – *Уровень произведенной бракованной продукции* является заметной и обратной (-0,66), а именно с увеличением первого показателя происходит уменьшение второго;

связь *Отношение числа работников, которые имеют низкую квалификацию, к численности работников предприятия* – *Уровень произведенной бракованной продукции* является слабой и прямой (0,24), то есть увеличение первого показателя будет приводить к увеличению второго.

Регрессионный анализ. Первичные данные для определения параметров уравнения линейной регрессии и проведения анализа представлены на рис. 7.5.

	В	С	Д	Е
2	Предприятие	Прибыль предприятия Y, млн грн	Сумма кредиторской задолженности X1, млн грн	Собственный капитал X2, млн грн
3	1	244,4	167,7	663
4	2	101,4	83,2	247
5	3	120,9	89,7	312
6	4	197,6	113,1	611
7	5	71,5	61,1	143
8	6	209,3	132,6	546

Рис. 7.5. **Входные данные**

Режим *Регрессия* предназначен для расчетов параметров уравнений линейной регрессии и проверки адекватности процесса, который исследуется. Для перехода в этот режим необходимо войти в позицию меню *Сервис – Анализ данных* и выбрать данный режим (рис. 7.6).

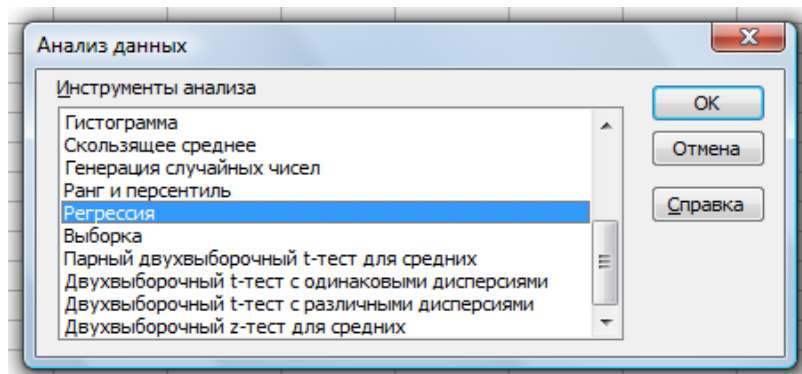


Рис. 7.6. Выбор режима *Регрессия*

В диалоговом окне режима *Регрессия* задаются следующие параметры (рис. 7.7):

1. *Входной интервал Y* – вводятся ссылки на ячейки, которые содержат данные по результативному признаку. Диапазон должен состоять из одного столбца.

2. *Входной интервал X* – вводятся ссылки на ячейки, которые содержат факторные признаки. Максимальное количество входных диапазонов (столбцов) равняется 16.

3. *Метки в первой строке/Метки в первом столбце* – активизируется, если первая строка (столбец) во входном диапазоне содержит заголовки. Если заголовки отсутствуют, необходимо деактивизировать этот параметр. В этом случае будут автоматически созданы стандартные названия для данных выходного диапазона.

4. *Уровень надежности* – активизируется, если в поле, которое расположено напротив, необходимо ввести уровень надежности отличный от уровня 95 %. Установленный уровень надежности используется для проверки значимости коэффициента детерминации R^2 и коэффициентов регрессии a_i .

5. *Константа-ноль* – активизируется, если нужно, чтобы линия регрессии шла через начало координат.

6. *Исходный интервал/Новый рабочий лист/Новая рабочая книга*.

В положении *Исходный интервал* активизируется поле, в которое необходимо ввести ссылку на левую верхнюю ячейку выходного диапазона. Размер выходного диапазона будет определен автоматически, и на экране появится сообщение в случае возможного наложения выходного диапазона на входные данные.

В положении *Новый рабочий лист* приоткрывается новый лист, в котором, начиная с ячейки *A1*, выводятся результаты анализа. Если нужно задать имя новому рабочему листу, которое открывается, введите его имя в поле, которое расположено напротив.

В положении *Новая рабочая книга* открывается новая книга, на первом листе которой, начиная с ячейки *A1*, выводятся результаты анализа.

7. *Остатки* – активизируется, если нужно включить в исходный диапазон столбец с остатками.

8. *Стандартизированные остатки* – активизируется, если нужно включить в исходный диапазон столбец со стандартизированными остатками.

9. *График остатков* – активизируется, если нужно вывести на рабочий лист графики зависимости остатков от факторных признаков (x_j).

10. *График подбора* – активизируется, если нужно вывести на рабочий лист графики зависимости теоретических результативных значений (\hat{y}_i) от факторных признаков (x_j).

11. *График нормальной вероятности* – активизируется, если нужно вывести на рабочий лист график зависимости значений, которые наблюдаются (y), от интервалов персентилей, которые автоматически формируются.

Введенные параметры режима *Регрессия* представлены на рис. 7.7, а рассчитанные показатели в данном режиме – на рис. 7.8.

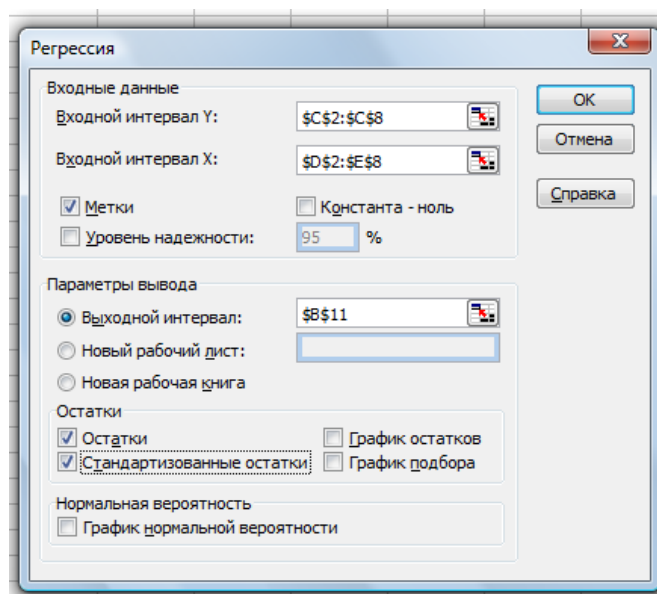


Рис. 7.7. Значение параметров режима *Регрессия*

Полученные результаты по регрессионной статистике отвечают следующим статистическим показателям:

Множественный R – коэффициенту корреляции;

R-квадрат – коэффициенту детерминации R^2 ;

Стандартная ошибка – остаточному стандартному отклонению;

Наблюдения – количеству наблюдений n .

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
11	Вывод итогов									
12										
13	Регрессионная статистика									
14	Множественный	0,997271397								
15	R-квадрат	0,99455024								
16	Нормированный	0,990917066								
17	Стандартная о	6,565033251								
18	Наблюдения	6								
19										
20	Дисперсионный анализ									
21		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>				
22	Регрессия	2	23596,32935	11798,16467	273,741	0,0004				
23	Остаток	3	129,2989848	43,09966158						
24	Итого	5	23725,62833							
25										
26		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>t-Значение</i>	<i>нижние 95%</i>	<i>верхние 95%</i>	<i>нижние 95%</i>	<i>верхние 95%</i>	<i>Соотношение 95,0%</i>
27	Y-пересечение	-2,526449877	9,91304317	-0,25486118	0,8153	-34,074	29,0213	-34,074	29,0213	
28	Сумма кредиторской задолженности и X1, млн.грн.	0,694992035	0,196859453	3,530397065	0,03863	0,0685	1,32149	0,0685	1,32149	
29	Собственный капитал X2, млн.грн.	0,202347683	0,035199834	5,748573435	0,01046	0,09033	0,31437	0,09033	0,31437	
30										
31										
32										
33	Вывод остатка									
34										
35	<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное Прибыль предприятия Y_i</i>	<i>Остатки</i>	<i>стандартные остатки</i>						
36	1	248,180228	-3,780228031	-0,743370706						
37	2	105,2767651	-3,876765066	-0,76235443						
38	3	122,9468127	-2,046812669	-0,402499682						
39	4	199,7115834	-2,111583418	-0,415236659						
40	5	68,87328209	2,62671791	0,516536339						
41	6	200,1113287	9,188671275	1,806925137						

Рис. 7.8. Рассчитанные показатели в режиме *Регрессия*

Результаты дисперсионного анализа используются для проверки значимости коэффициента детерминации R^2 . Столбцы имеют следующую интерпретацию:

1. Столбец *df* – число степеней свободы.

Для строки *Остатки* число степеней свободы определяется количеством наблюдений и количеством переменных в уравнении регрессии $m + 1$: $k_0 = n - (m + 1)$;

Для строки *Вместе* число степеней свободы определяется суммой $k_Y = k_\Phi + k_0$.

2. Столбец *SS* – сумма квадратов отклонений.

Для строки *Регрессия* – это сумма квадратов отклонений теоретических данных от среднего: $SS_{\Phi}^2 = \sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2$.

Для строки *Остатки* – это сумма квадратов отклонений эмпирических данных от теоретических: $SS_0^2 = \sum(y_i - \hat{y}_i)^2$.

Для строки *Вместе* – это сумма квадратов отклонений эмпирических данных от среднего: $SS_Y^2 = \sum(y_i - \bar{y})^2$, или $SS_Y^2 = SS_{\Phi}^2 + SS_0^2$.

3. Столбец *MS* – дисперсии, которые рассчитаны по формуле:

$$MS = \frac{SS}{df}$$

Для строки *Регрессия* – это факторная дисперсия σ_{Φ}^2 .

Для строки *Остатки* – это остаточная дисперсия σ_0^2 .

4. Столбец *F* – рассчитанное значение F-критерия Фишера:

$$F_p = \frac{MS(\text{Регрессия})}{MS(\text{Остатки})}$$

5. Столбец *Значимость F* – значение уровня значимости, соответствует рассчитанному значению F_p . Определяется при помощи функции =FPACП(F_p ; df (регрессия); df (остаток)).

Полученные результаты анализа содержат значение коэффициентов регрессии a_i и их статистические оценки. Интерпретация столбцов:

1. *Коэффициенты* – значение коэффициентов a_i .

2. *Стандартная погрешность* – стандартные погрешности коэффициентов a_i .

3. *t-статистика* – рассчитанные значения t-критерия:

$$t_{\text{статистика}} = \frac{\text{Коэффициент}}{\text{Стандартная ошибка}}$$

4. *P-значение* – значение уровней значимости, соответствующее рассчитанным значениям tp . Определяется при помощи функции =СТЮДРАСП (tp ; $n-m-1$).

5. *Нижние 95 % и Верхние 95 %* – соответственно нижние и верхние границы доверительных интервалов для коэффициентов регрессии a_i . Для нахождения границ доверительных интервалов с помощью функции =СТЮДРАСПОБР(α ; $n-m-1$) рассчитывается критическое значение t -критерия ($t_{кр.}$), а потом по формулам *Нижние 95 % = Коэффициент – Стандартная погрешность $\times t_{кр.}$* ; *Верхние 95 % = Коэффициент + Стандартная погрешность $\times t_{кр.}$* рассчитываются соответственно нижние и верхние границы доверительных интервалов.

Отчет о рассчитанных остатках содержит генерированные теоретические значения y_i результативного признака Y и значение остатков. Последняя рассчитывается как различие между эмпирическим y_i и теоретическим \hat{y}_i значениями результативного признака Y .

Рассчитанные коэффициенты регрессии a_i позволяют построить уравнение, которое выражает зависимость *Прибыли предприятия Y* от *Суммы кредиторской задолженности x_1* и *Собственного капитала x_2* : $\hat{y}_i = -2,53 + 0,69x_1 + 0,2x_2$. Значение множественного коэффициента детерминации $R^2 = 0,995$ указывает, что 99,5 % общей вариации результативного признака объясняется вариацией факторных признаков x_1 и x_2 . То есть выбранные факторы существенным образом влияют на прибыль предприятия, что подтверждает правильность их включения в построенную модель.

Рассчитанный уровень значимости $\alpha_p = 0,0004 < 0,05$ подтверждает значимость R^2 .

Для проверки значимости коэффициентов регрессии a_0 , a_1 , a_2 сравнивают попарно элементы массивов $C27:C29$ и $D27:D29$, согласно чему абсолютное значение a_0 меньше, чем его стандартная погрешность, поэтому его нужно исключить из уравнения регрессии.

Стандартные погрешности коэффициентов a_1 , a_2 меньше своих стандартных погрешностей. К тому же эти коэффициенты значимы, о чем можно судить с помощью показателя *P-значение*, которое меньше заданного уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Однофакторный дисперсионный анализ. Входные данные, показатели об объеме работ, которые выполнены в строительстве бригадами, представлены на рис. 7.9.

	В	С	Д	Е	Ф
3		Объем произведенной продукции, тыс.шт.			
4	Квартал	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Предприятие 4
5	1	168,0	180,0	177,6	180,0
6	2	172,8	178,8	178,8	186,0
7	3	170,4	182,4	175,2	184,8
8	4	174,0	180,0	176,4	182,4

Рис. 7.9. **Входные данные**

Режим работы *Однофакторный дисперсионный анализ* используется для выяснения факта влияния контролируемого фактора А на результативный признак Y на основе выборочных данных. Для перехода в этот режим необходимо войти в меню *Сервис – Анализ данных* и выбрать данный режим (рис. 7.10).

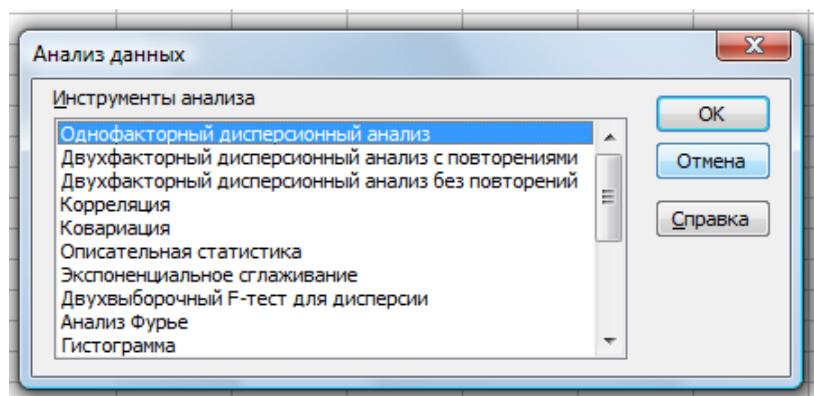


Рис. 7.10. **Выбор режима *Однофакторный дисперсионный анализ***

В диалоговом окне режима задаются следующие параметры (рис. 7.11):

1. *Входной интервал* – вводятся ссылки на ячейки, которые содержат статистические данные.

2. *Группирование* – устанавливается положения *По столбцам* или *По строкам* в зависимости от расположения данных во входном диапазоне.

3. *Метки в первой строке/Метки в первом столбце* – активизируется, если первая строка (столбец) во входном диапазоне содержит заголовки. Если заголовки отсутствуют, необходимо этот параметр

деактивизировать. В этом случае будут автоматически созданы стандартные названия для данных исходного диапазона.

4. *Альфа* – вводится уровень значимости α , который равен возможности возникновения погрешности первого рода (не подтверждение нулевой гипотезы).

5. *Исходный интервал/Новый рабочий лист/Новая рабочая книга*.

В положении *Исходный интервал* активизируется поле, в которое необходимо ввести ссылку на левую верхнюю ячейку выходного диапазона. Размер исходного диапазона будет определен автоматически, и на экране появится сообщение в случае возможного наложения выходного диапазона на входные данные.

В положении *Новый рабочий лист* открывается новый лист, в который, начиная с ячейки *A1*, выводятся результаты анализа. Если нужно задать имя новому рабочему листу, которое открывается, введите его имя в поле, которое расположено напротив.

В положении *Новая рабочая книга* открывается новая книга, на первом листе которой, начиная с ячейки *A1*, выводятся результаты анализа.

Введенные параметры режима *Однофакторный дисперсионный анализ* представлены на рис. 7.11, а рассчитанные показатели в данном режиме – на рис. 7.12.

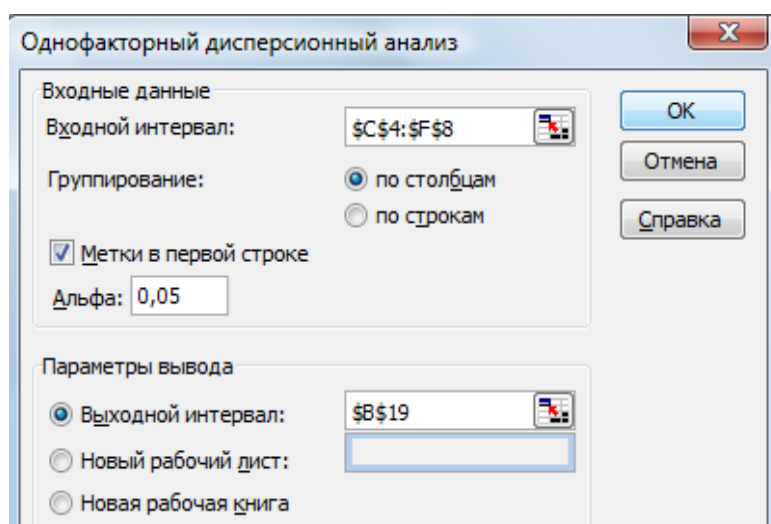


Рис. 7.11. Значение параметров режима *Однофакторный дисперсионный анализ*

	В	С	D	Е	F	G	Н
19	Однофакторный дисперсионный анализ						
20							
21	ИТОГИ						
22	Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
23	Предприятие 1	4	685,2	171,3	7,08		
24	Предприятие 2	4	721,2	180,3	2,28		
25	Предприятие 3	4	708	177	2,4		
26	Предприятие 4	4	733,2	183,3	7,08		
27							
28							
29	Дисперсионный анализ						
30	Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
31	Между группами	317,07	3	105,69	22,43949045	3,28029E-05	3,490294821
32	Внутри групп	56,52	12	4,71			
33							
34	Итого	373,59	15				

Рис. 7.12. Рассчитанные показатели в режиме **Однофакторный дисперсионный анализ**

Итак, расчетное значение F -критерия – $F_p = 22,44$, а критическая область образовывается правосторонним интервалом $(3,49; +\infty)$. В связи с тем, что F_p попадает в критическую область, то гипотеза H_0 об равенстве групповых математических ожиданий не принимается, то есть считаем, что объем ежедневной выборки зависит от предприятия.

$$\text{Выборочный коэффициент детерминации } \rho^2 = \frac{\sigma_{\phi}^2}{\sigma_y^2} = \frac{317,07/16}{373,59/16} \approx 0,84$$

указывает, что 84 % общей выборочной вариации объема работ связаны с предприятием.

Полученные показатели (см. рис. 7.12) имеют следующую интерпретацию:

В ячейке C31 (показатель SS между группами) рассчитывается взвешенная сумма квадратов отклонений групповых средних от общей выборочной средней: $S_{\phi}^2 = \sum (\bar{y}_i - \bar{y})^2 n_i$.

В ячейке C32 (показатель SS внутри групп) рассчитывается остаточная сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений уровня от своей выборочной средней: $SS_O = \sum (y_i - \bar{y}_i)^2$.

В ячейке C34 (показатель SS общий) рассчитывается общая сумма квадратов отклонений значений, которые наблюдаются, от общей выборочной средней: $S_y^2 = S_{\phi}^2 + S_O^2$.

В ячейках $D31:D32$, $D34$ (показатель df) определяется степень свободы: $k_{\phi} = m - 1 = 4 - 1 = 3$; $k_o = n - m = 16 - 4 = 12$; $k_y = (m - 1) + (n - m) = n - 1 = 16 - 1 = 15$.

В ячейках $E31:E32$ (показатель MS) определяются несмещенные оценки $S_{\phi}^2 = \frac{S_{\phi}^2}{k_{\phi}}$ и $S_o^2 = \frac{S_o^2}{k_o}$.

В ячейке $F31$ (показатель F) рассчитывается расчетное значение критерия $F_p = \frac{S_{\phi}^2}{S_o^2}$.

В ячейке $G31$ (показатель P -значение) определяется P -значение, которое соответствует расчетному значению критерия F_p , с помощью формулы $=FPACП(F31; D31; D32)$.

В ячейке $H31$ (показатель F -критическое) рассчитывается значение правосторонней критической точки $F_{пр.\alpha}^{кр}$ с помощью формулы $=FPACПOБP(0,05; D31; D32)$.

Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений. Режимы работы *Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений* и *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями* предназначены для определения на основе выборочных данных факта влияния контролируемых факторов A и B на результативный признак Y . При этом в режиме *Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений* каждому уровню факторов A и B соответствует только одна выборка данных, а в режиме *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями* каждому уровню одного из факторов A или B отвечает более одной выборки данных. В последнем случае число выборок для каждого уровня должно быть одинаковым.

Входные данные представлены на рис. 7.13.

	B	C	D
4	Тип оборудования	Вид ресурса	
5		Натуральный	Искусственный
6	1	20	60
7	2	30	70
8	3	40	110

Рис. 7.13. **Входные данные**

Для перехода в этот режим необходимо войти в меню *Сервис – Анализ данных* и выбрать данный режим (рис. 7.14).

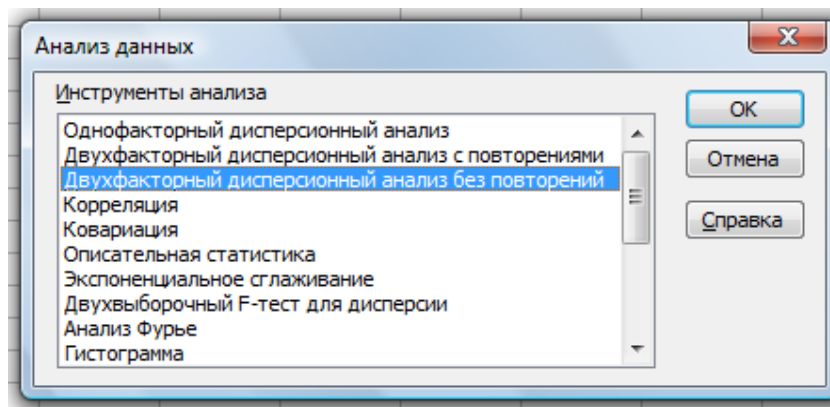


Рис. 7.14. **Выбор режима *Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений***

В диалоговом окне режима (рис. 7.15) задаются те же параметры, что и в диалоговом окне *Однофакторного дисперсионного анализа* (см. рис. 7.11).

Введенные параметры режима *Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений* представлены на рис. 7.15, а рассчитанные показатели в данном режиме – на рис. 7.16.

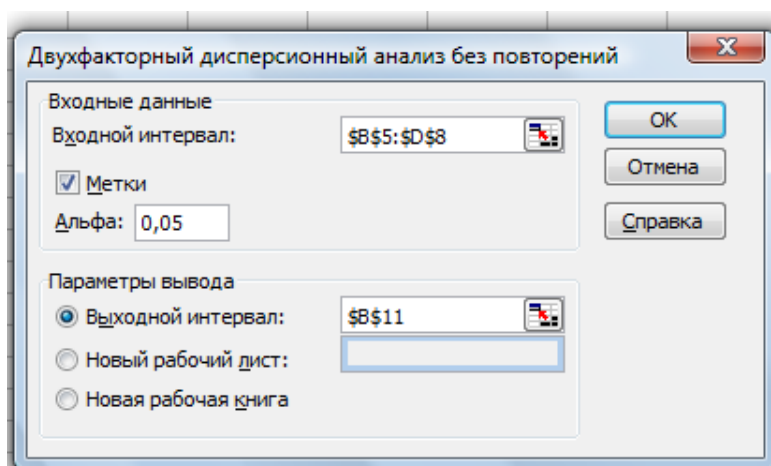


Рис. 7.15. **Значение параметров режима *Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений***

Полученные показатели (рис. 7.16) показывают, что расчетное значение F -критерия фактора A (Тип оборудования) – $F_p^A = 4,33$, а критическая область образуется правосторонним интервалом $(19,0; +\infty)$.

	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
11	Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений						
12							
13	ИТОГИ	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
14	1	2	80	40	800		
15	2	2	100	50	800		
16	3	2	150	75	2450		
17							
18	Натуральный	3	90	30	100		
19	Искусственный	3	240	80	700		
20							
21							
22	Дисперсионный анализ						
23	Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
24	Строки	1300	2	650	4,333333	0,1875	19
25	Столбцы	3750	1	3750	25	0,03774955	18,51282051
26	Погрешность	300	2	150			
27							
28	Итого	5350	5				

**Рис. 7.16. Рассчитанные показатели в режиме
Двухфакторный дисперсионный анализ
без повторений**

В связи с тем, что F_p^A не попадает в критическую область, то гипотезу $H_A: a_1 = a_2 = \dots = a_{mA}$ принимаем, то есть считаем, что влияние *Типа оборудования* на качество продукции не подтвердилось.

Расчетное значение F -критерия фактора B (Ресурс) – $F_p^B = 25$, а критическая область образуется правосторонним интервалом $(18,51; +\infty)$. В связи с тем, что F_p^B попадает в критическую область, то гипотезу $H_B: b_1 = b_2 = \dots = b_{mb}$ не принимаем, то есть считаем, что вид ресурса влияет на качество продукции.

$$\text{Выборочный коэффициент детерминации } \rho^2 = \frac{\sigma_{\text{в}}^2}{\sigma_{\text{у}}^2} = \frac{3750/6}{5350/6} \approx 0,70$$

указывает на то, что 70 % общей выборочной вариации качества продукции связано с влиянием на нее вида ресурса.

Механизмы расчетов показателей, которые представлены на рис. 7.16 и рис. 7.12, похожи между собой.

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями. Входные данные, а именно об объеме производства продукции, который произведен предприятиями, на которых использовались разные способы использования ресурса, представлены на рис. 7.17.

	A	B	C	D	E	F
1	Предприятие	Вид ресурса	Способ использования ресурса			
2			Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4
3	Предприятие 1	A	25,7	25,1	23,5	21,1
4	Предприятие 2	A	25,4	24,4	22,6	19,9
5	Предприятие 3	A	24,1	23,8	19,7	21,0
6	Предприятие 1	B	14,4	16,3	15,6	16,0
7	Предприятие 2	B	17,0	16,0	16,4	16,8
8	Предприятие 3	B	14,5	13,9	14,4	16,7
9	Предприятие 1	B	16,2	16,8	15,5	14,9
10	Предприятие 2	B	14,3	18,7	15,5	16,4
11	Предприятие 3	B	16,1	16,6	14,5	15,6
12	Предприятие 1	Г	15,4	16,9	17,0	14,4
13	Предприятие 2	Г	16,6	15,8	16,3	17,5
14	Предприятие 3	Г	16,4	18,4	16,0	16,8

Рис. 7.17. **Входные данные**

Для перехода в этот режим необходимо войти в меню *Сервис – Анализ данных* и выбрать данный режим (рис. 7.18).

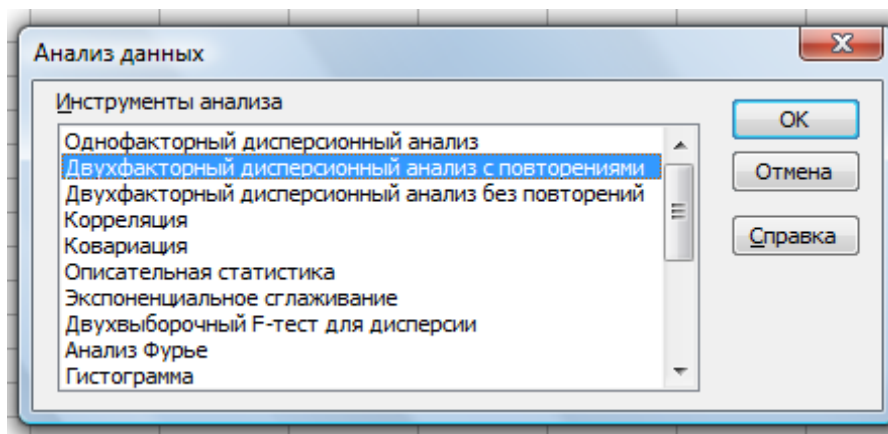


Рис. 7.18. **Выбор режима *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями***

В диалоговом окне режима (рис. 7.19) задаются те же параметры, что и в диалоговом окне Однофакторный дисперсионный анализ (рис. 7.11), только добавлено поле *Число строк для выборки*. В это поле вводится число выборок, которые приходятся на каждый уровень одного из факторов. Каждый уровень фактора должен содержать одно и то же количество выборок (строк таблицы).

Введенные параметры режима *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями* представлены на рис. 7.19, а рассчитанные показатели в данном режиме – на рис. 7.20.

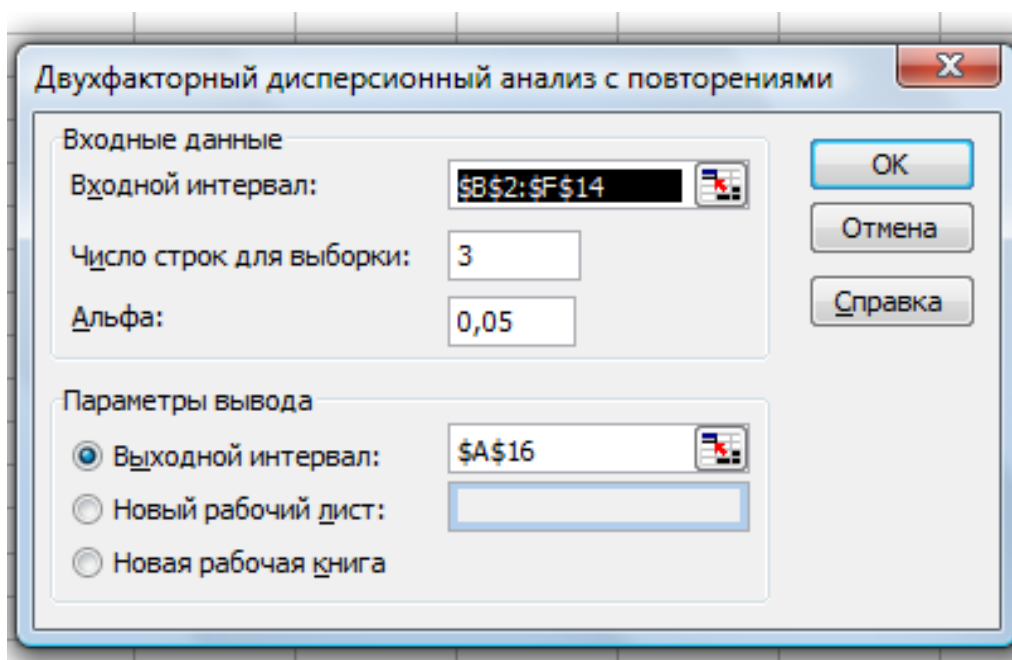


Рис. 7.19. Значение параметров режима *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями*

Согласно результатам анализа (рис. 7.20) расчетное значение *F*-критерия фактора *A* (*Вид ресурса*) – $F_p^A = 123,64$, а критическая область образуется правосторонним интервалом $(2,90; +\infty)$. В связи с тем, что F_p^A попадает в критическую область, то гипотеза H_A не подтверждается, то есть считаем, что вид ресурса влияет на объем выпуска продукции.

	A	B	C	D	E	F	G
16	Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
17							
18	ИТОГИ	Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4	Итого	
19	A						
20	Счет	3	3	3	3	12	
21	Сумма	75,2	73,3	65,8	62	276,3	
22	Среднее	25,066667	24,4333	21,9333	20,6667	23,025	
23	Дисперсия	0,7233333	0,42333	3,94333	0,44333	4,52568	
24							
25	B						
26	Счет	3	3	3	3	12	
27	Сумма	45,9	46,2	46,4	49,5	188	
28	Среднее	15,3	15,4	15,4667	16,5	15,6667	
29	Дисперсия	2,17	1,71	1,01333	0,19	1,18081	
30							
31	B						
32	Счет	3	3	3	3	12	
33	Сумма	46,6	52,1	45,5	46,9	191,1	
34	Среднее	15,533333	17,3667	15,1667	15,6333	15,925	
35	Дисперсия	1,1433333	1,34333	0,33333	0,56333	1,40388	
36							
37	Г						
38	Счет	3	3	3	3	12	
39	Сумма	48,4	51,1	49,3	48,7	197,5	
40	Среднее	16,133333	17,0333	16,4333	16,2333	16,4583	
41	Дисперсия	0,4133333	1,70333	0,26333	2,64333	1,04629	
42							
43	Итого						
44	Счет	12	12	12	12		
45	Сумма	216,1	222,7	207	207,1		
46	Среднее	18,008333	18,5583	17,25	17,2583		
47	Дисперсия	19,026288	14,0972	9,22455	5,02992		
48							
49							
50	Дисперсионный анализ						
51	Источник вариации	SS	df	MS	F	Значение	критическое
52	Выборка	445,96229	3	148,654	125,029	9,4E-18	2,90112
53	Столбцы	14,525625	3	4,84188	4,07237	0,01474	2,90112
54	Взаимодействие	37,148542	9	4,12762	3,47162	0,00432	2,18877
55	Внутри	38,046667	32	1,18896			
56							
57	Итого	535,68313	47				

Рис. 7.20. Рассчитанные показатели в режиме *Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями*

Выборочный коэффициент детерминации для фактора A

$$\rho^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_y^2} = \frac{445,33/48}{535,09/48} \approx 0,83$$

показывает, что 83 % общей выборочной

вариации объема выпуска продукции связано с влиянием вида ресурса.

Расчетное значение *F-критерия* фактора B (*Способ использования ресурса*) – $F_p^A = 3,99$, а критическая область образуется правосторонним интервалом $(2,9; +\infty)$. В связи с тем, что F_p^B попадает в критическую

область, то гипотеза H_B не подтверждается, то есть считаем, что способ использования ресурса также влияет на объем выпуска продукции.

Выборочный коэффициент детерминации для фактора B

$$\rho^2 = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_y^2} = \frac{14,36/48}{535,09/48} \approx 0,02$$
 показывает, что 2 % общей выборочной

вариации объема выпуска продукции связано с влиянием способа использования ресурса.

Значимость фактора взаимодействия F_p^{AB} ($F_p^{AB} = 3,42$ попадает в критический интервал $(2,19; +\infty)$) указывает на то, что эффективность разных видов ресурса варьируется при разных способах их использования.

Механизмы расчета показателей, которые представлены на рис. 7.20 и рис. 7.12, похожи между собой.

Лабораторная работа № 8. Анализ интенсивности динамики

Цель работы – приобретение навыков расчетов показателей динамики в MS Excel.

Задача работы – с помощью MS Excel необходимо провести анализ рядов динамики, предоставить экономическую интерпретацию рассчитанным показателям.

Методические рекомендации

Задача 1

Имеем данные об объеме инвестиций в отрасль по годам, которые приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Объем инвестиций в область

Годы	2002	2005	2006	2007	2008	2009
Объем инвестиций в отрасль, тыс. грн	365,00	374,00	381,00	396,00	405,00	380,00

Необходимо рассчитать все показатели динамического ряда (база сравнения – 2002 г.), среднегодовые темпы роста и прироста за периоды:

- 1) 2002 – 2005 гг.;
- 2) 2005 – 2009 гг.;
- 3) 2002 – 2009 гг.

Создадим файл "Анализ рядов динамики". На Листе 1 столбцы А и В будут столбцами исходных данных ("Года" и "Объем инвестиций в область, тыс. грн" соответственно).

1. Определим абсолютные приросты:

в ячейке С4 вводим формулу =В4-\$В\$3. Растягиваем эту формулу на весь столбец;

в ячейке D5 (для 2005 г. абсолютный прирост невозможно рассчитать цепным способом, потому что нет предыдущего периода – 2004 г.) вводим формулу =В5-В4 и также растягиваем эту формулу на весь столбец.

Результаты расчетов представлены на рис. 8.1.

	А	В	С	Д
1	Года	Объем инвестиций в отрасль, тыс. грн	Δ у, тыс. грн (-)	
2			базисный	цепной
3	2002	365,00	-	-
4	2005	374,00	9,00	-
5	2006	381,00	16,00	7,00
6	2007	396,00	31,00	15,00
7	2008	405,00	40,00	9,00
8	2009	380,00	15,00	-25,00

Рис. 8.1. Результаты расчетов абсолютных приростов

2. Определим темпы роста:

в ячейке E4 вводим формулу =В4/\$В\$3*100. Растягиваем эту формулу на весь столбец;

в ячейке F5 (для 2005 г. темп роста, как и абсолютный прирост, невозможно рассчитать цепным образом, потому что нет предыдущего периода – 2004 г.) вводим формулу =В5/В4*100 и также растягиваем эту формулу на весь столбец.

Определим темпы прироста:

в ячейке G4 вводим формулу =E4-100. Растягиваем эту формулу на весь столбец;

в ячейке H5 вводим формулу =F5-100 и также растягиваем эту формулу на весь столбец.

Определим абсолютное значение 1 % прироста:

в ячейке I5 вводим формулу =B4/100. Растягиваем эту формулу на весь столбец.

Результаты расчетов темпов роста и прироста представлены на рис. 8.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Года	Объем инвестиций в отрасль, тыс. грн	Δ у, тыс. грн (-)		Тр. %		Тпр. %		A1%пр
2			базисный	цепной	базисный	цепной	базисный	цепной	
3	2002	365,00	-	-	-	-	-	-	-
4	2005	374,00	9,00	-	102,47	-	2,47	-	-
5	2006	381,00	16,00	7,00	104,38	101,87	4,38	1,87	3,74
6	2007	396,00	31,00	15,00	108,49	103,94	8,49	3,94	3,81
7	2008	405,00	40,00	9,00	110,96	102,27	10,96	2,27	3,96
8	2009	380,00	15,00	-25,00	104,11	93,83	4,11	-6,17	4,05

Рис. 8.2. Результаты расчетов темпов роста и прироста

3. Определим средние показатели динамики:

3.1. Определение среднего уровня ряда. Так как мы имеем пропущенные уровни ряда, то средний уровень ряда целесообразно рассчитывать за период 2005 – 2009 гг. – в ячейке B10 выбираем встроенную статистическую функцию СРЗНАЧ.

3.2. Средний абсолютный прирост – в ячейке B11 вводим формулу =(B8-B3)/8.

3.3. Средний темп роста:

1) 2002 – 2005 гг. – в ячейке B14 вводим формулу =(B4/B3)(1/3);

2) 2005 – 2009 гг.:

базисным способом – в ячейке B16 вводим формулу =(B8/B4)(1/4);

цепным способом – в ячейке B17 вводим формулу =((F5/100)*
(F6/100)(F7/100)*(F8/100))(1/4);

3) 2002 – 2009 гг.:

базисным способом – в ячейке B19 вводим формулу =(B8/B3)(1/7);

цепным способом по формуле средней геометрической взвешенной – в ячейке B20 вводим формулу =((B14)3*(B16)4)(1/7).

3.4. Средний темп прироста:

1) 2002 – 2005 гг. – в ячейке C14 вводим формулу =(B14-1)*100;

2) 2005 – 2009 гг. – в ячейке C16 вводим формулу =(B16-1)*100;

3) 2002 – 2009 гг. – в ячейке C20 вводим формулу =(B20-1)*100.

Результаты расчетов средних величин представлены на рис. 8.3.

	А	В	С
10	средний уровень ряда	387,20	
11	средний абсолютный прирост	1,875	
12		средний темп прироста	средний темп роста
13	1. 2002-2005		
14	базисный способ	1,0082	0,8153
15	2. 2005-2009		
16	базисный способ	1,0040	0,3987
17	цепной способ	1,0040	0,3987
18	3. 2002-2009		
19	базисный способ	1,0058	0,5770
20	цепной способ по формуле средней геометрической взвешенной	1,0058	0,5770

Рис. 8.3. Результаты определения средних показателей динамики

Таким образом, на протяжении 2002 – 2008 гг. наблюдался постоянный рост объемов инвестиций, лишь в 2009 г. объем инвестиций снизился по сравнению с 2008 г. на 25 тыс. грн (по сравнению с 2002 г. увеличился на 15 тыс. грн). Темп роста в 2009 году, рассчитанный базисным способом, составляет 104,11 %, что означает увеличение объема производства на 4,11 %. Цепной темп прироста показал уменьшение объема производства по сравнению с 2008 г. на 6,17 %. В 1 % прироста в 2009 году содержалось 405 грн. В период 2002 – 2009 гг. объем инвестиций ежегодно увеличивался в среднем на 1 875 грн, или на 0,58 %. Средний объем инвестиций за период 2005 – 2009 гг. находился на уровне 387,2 тыс. грн. В период с 2002 по 2005 гг. объем инвестиций ежегодно в среднем возрастал на 0,82 %, с 2005 по 2009 гг. – на 0,4 %.

Задача 2

Имеются данные об объеме инвестиций концерна (табл. 8.2), в территориальных границах которого возникли изменения. Необходимо проанализировать объем инвестиций в период 2003 – 2009 гг.

Объем инвестиций в район

Объем инвестиций, тыс. грн	Годы						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
До изменений	512	543	562	574	—	—	—
После изменений	—	—	—	602	645	653	659

С целью выявления тенденции изменения объема производства и приведения рядов динамики к сопоставимому виду необходимо осуществить их смыкание.

На Листе 2 столбец первые четыре строки – исходные данные.

1 способ решения задачи – расчет ряда динамики в относительных показателях, взяв за базу сравнения период, в котором произошли изменения. База сравнения будет 2006 г.

В ячейке B6 вводим формулу $=B3/Е3*100$. Растягиваем эту формулу до ячейки E6.

В ячейке H7 вводим формулу $=H4/Е4*100$. Растягиваем эту формулу до ячейки E7.

2 способ – перерасчет абсолютных показателей.

Для этого определяем для 2006 г. коэффициент соотношения уровней двух рядов:

в ячейке B9 вводим формулу $=E4/E3$.

Умножаем на этот коэффициент уровень первого ряда и получаем их сопоставимость с уровнями второго ряда (тыс. грн):

2003 г. – в ячейке B11 вводим формулу $=B3*В9$.

Растягиваем эту формулу до ячейки D11.

Таким образом получаем сопоставимый ряд динамики объема инвестиций в новых границах концерна.

Задача 3

Имеем данные о динамике выхода продукции предприятия А и основных факторах интенсивности производства за 2005 – 2009 гг. (табл. 8.3).

Динамика показателей предприятия

Показатели	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Прибыль, тыс. грн	1 005	1 156	1 254	1 274	1 175
Производительность труда, грн/чел.	260	275	289	304	310
Фонд заработной платы, тыс. грн	105	109	115	119	126

Необходимо привести ряды динамики к одной основе, то есть к общей базе сравнения.

На Листе 3 исходные данные введем в диапазон ячеек A1:F4.

Нужно осуществить сравнительный анализ трех рядов динамики, используя их приведение к одной основе.

Приведем сравниваемые ряды к одной основе, определив относительные уровни рядов: базисные темпы роста с постоянной базой сравнения – уровня за 2005 год:

в ячейке B7 вводим формулу $=B2/\$B\$2*100$. Растягиваем эту формулу до ячейки F7;

в ячейке B8 вводим формулу $=B3/\$B\$3*100$. Растягиваем эту формулу до ячейки F8;

в ячейке B9 вводим формулу $=B4/\$B\$4*100$. Растягиваем эту формулу до ячейки F9.

Рассчитанные темпы роста в процентах приведены на рис. 8.4.

Далее необходимо рассчитать коэффициенты опережения – отставания.

Расчет коэффициентов опережения – отставания (рис. 8.5):

в ячейке B12 вводим формулу $=B7/B\$9$. Растягиваем эту формулу до ячейки F12;

в ячейке B13 вводим формулу $=B7/B\$9$. Растягиваем эту формулу до ячейки F13.

	A	B	C	D	E	F
6	Год	2005	2006	2007	2008	2009
7	Прибыль	100,00	115,02	124,78	126,77	116,92
8	Продуктивность труда	100,00	105,77	111,15	116,92	119,23
9	Фонд заработной платы	100,00	103,81	109,52	113,33	120,00

Рис. 8.4. Расчеты показателей динамики

	A	B	C	D	E	F
11	Коэффициент опережения-отставания					
12	прибыли по отношению к фонду заработной платы	1,00	1,11	1,14	1,12	0,97
13	продуктивности труда по отношению к фонду заработной платы	1,00	1,02	1,01	1,03	0,99

Рис. 8.5. Расчеты коэффициентов опережения

Анализ таблиц приводит к таким выводам:

- сравнение темпов роста фонда заработной платы, прибыли и производительности труда свидетельствует про опережающие темпы роста факторов результативности производства (в 1,16 – 1,26 раза) по сравнению с темпами роста фонда заработной платы (в 1,13 раза) на протяжении 2005 – 2008 гг. и отстающий темп роста указанных показателей по сравнению с фондом заработной платы в 2009 г. Это означает, что на предприятии до 2008 г. имеет место положительная динамика роста показателей результативности производства по сравнению с вложенными средствами в рабочую силу, но в 2009 г. эта тенденция изменилась, что может объясняться кризисными явлениями в экономике, неэффективностью управления, непредусмотренными расходами предприятия;

- рост прибыли по сравнению с ростом фонда заработной платы представлял в относительном выражении 1,12 (1,2677:1,1333) в 2008 г. и 0,97 (1,1692:120,00) в 2009 г.; рост производительности труда по сравнению с ростом фонда заработной платы – 1,03 (1,1692:1,1333) в 2008 г. и 0,99 (1,1923:120,00) в 2009 г. Таким образом, темп роста факторов результативности производства (прибыльность, производительность труда) в 2009 г. отставал от темпов роста фонда заработной платы. Это должно насторожить руководство предприятия и принудить принять все возможные меры по исправлению ситуации в обратную сторону.

Лабораторная работа № 9. Анализ тенденций развития и колебаний

Цель работы – приобрести навыки использования методов экстраполяции и интерполяции в рядах динамики, построения и анализа моделей с помощью MS Excel.

Задача работы – используя MS Excel, необходимо найти уровни динамического ряда с помощью метода экстраполяции. Построить прогноз и найти границы, в которых будет находиться прогнозное значение. Построить разные модели динамики по данным временного ряда.

Методические рекомендации

Задача 1

Имеем данные о валовом внутреннем продукте (ВВП) за 1997 – 2009 гг. (табл. 9.1). Необходимо определить с помощью аналитического выравнивания прогнозное значение ВВП в 2010 г.

Таблица 9.1

Объем ВВП за 1998 – 2009 гг.

Годы	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ВВП, млрд грн	190	210	200	220	240	230	220	240	260	260	270	280

На Листе 2 столбцы А – В будут столбцами исходных данных.

Для построения линии тренда необходимо выделить временной ряд и выбрать в контекстном меню команду *Добавить линию тренда* (рис. 9.1).

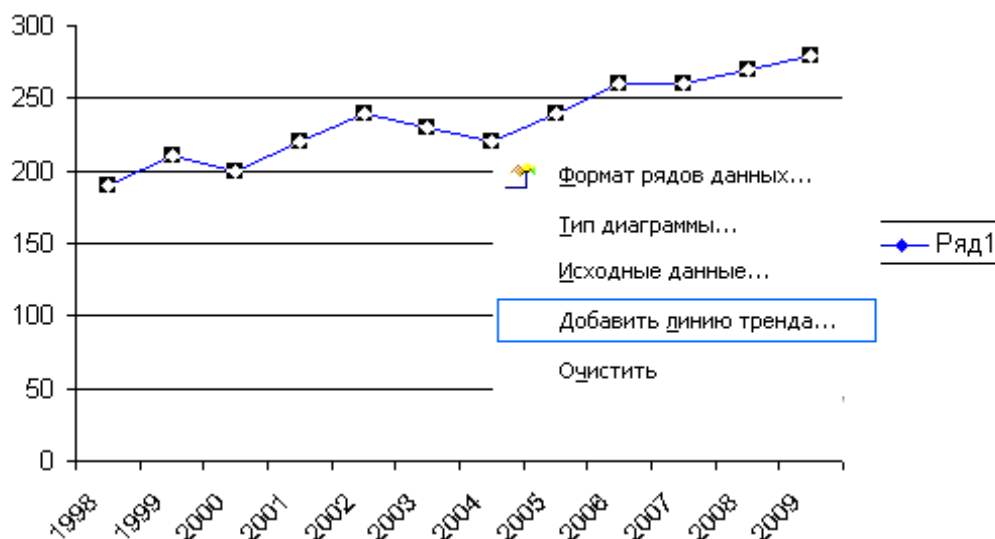


Рис. 9.1. Меню для построения тренда

После выбора команды откроется диалоговое окно (рис. 9.2), в котором выбираем тип, параметры построения тренда.

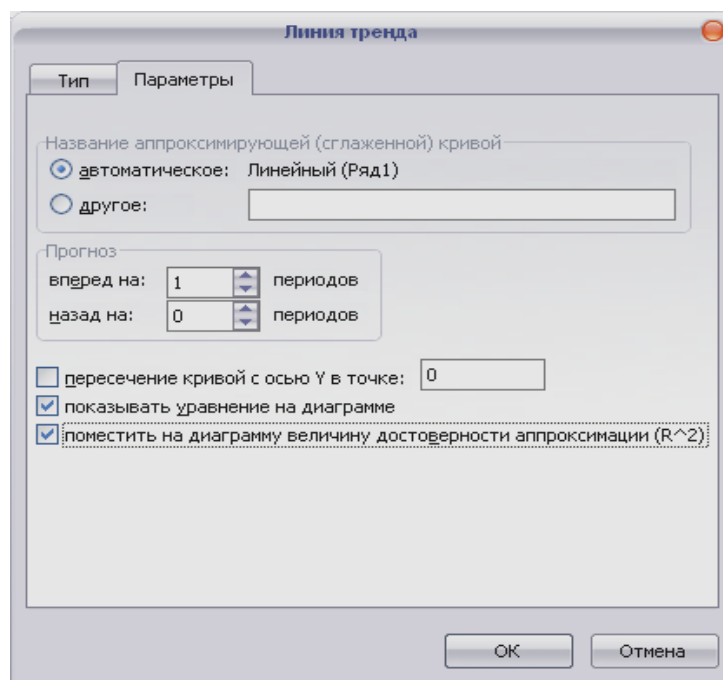


Рис. 9.2. Диалоговое окно *Линия тренда*

Результат построения линейного тренда представлен на рис. 9.3.

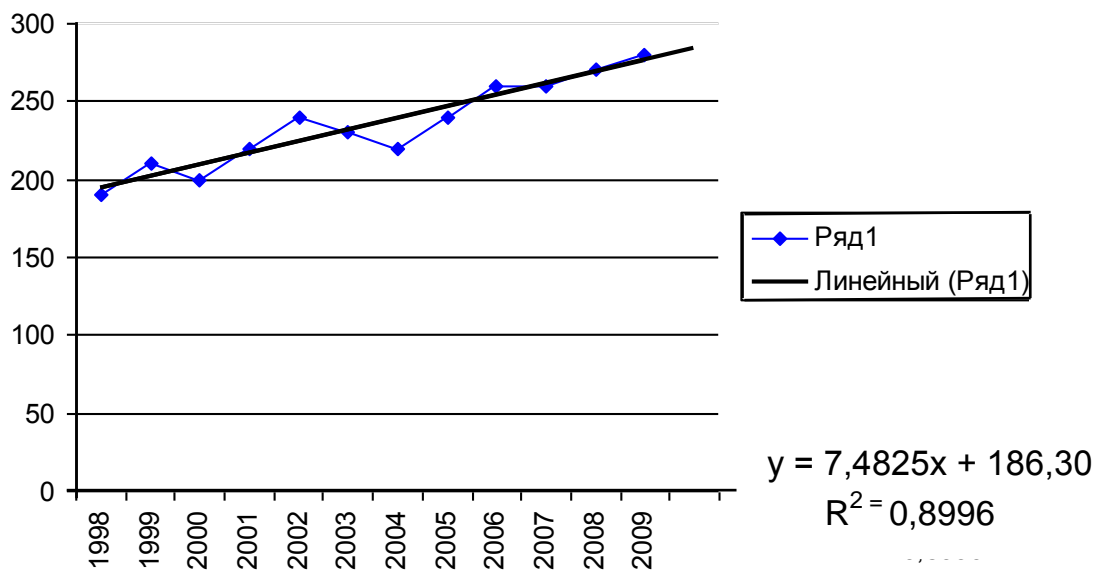


Рис. 9.3. Результаты расчетов параметров тренда

Таким образом, уравнение прямой имеет вид: $B = 186,36 + 7,4825 \cdot t$.

Рассчитать объем ВВП в 2010 г. можно:

1. Точечным прогнозом, используя уравнение прямой, где t – это условный показатель времени, на которое будет строиться прогноз. То есть объем ВВП в 2010 г. можно ожидать на уровне:

$$V = 186,36 + 7,4825 * t; \quad t = 13; \quad V = 283,63 \text{ млрд грн.}$$

2. Используя стандартную функцию ПРЕДСКАЗ. После выбора данной функции открывается диалоговое окно (рис. 9.4), в котором задаем параметры.

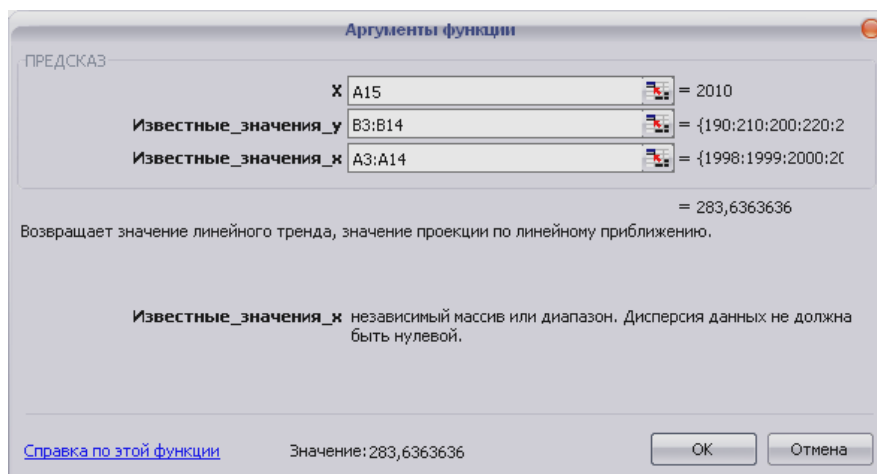


Рис. 9.4. Диалоговое окно **Аргументы функции ПРЕДСКАЗ**

Результат функции ПРЕДСКАЗ представлен на рис. 9.5.

	А	В
1	Года	ВВП, млрд грн
2		
3	1998	190
4	1999	210
5	2000	200
6	2001	220
7	2002	240
8	2003	230
9	2004	220
10	2005	240
11	2006	260
12	2007	260
13	2008	270
14	2009	280
15	2010	=ПРЕДСКАЗ(
16	сумма	A15;B3:B14;A3:
17		A14)

Рис. 9.5. Результат функции **ПРЕДСКАЗ**

3. Используя стандартную функцию ТЕНДЕНЦИЯ. После выбора данной функции открывается диалоговое окно (рис. 9.6), в котором задаем параметры.

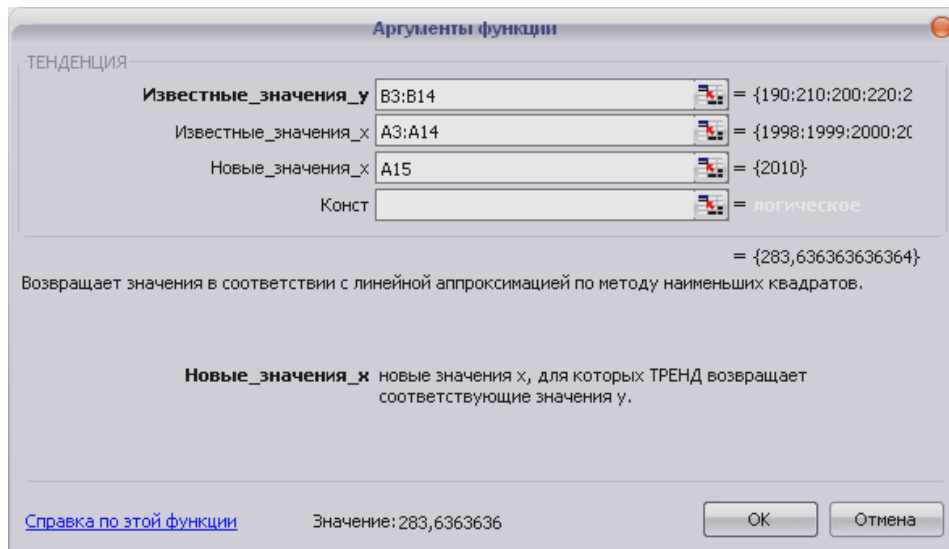


Рис. 9.6. Диалоговое окно *Аргумент функции ТЕНДЕНЦИЯ*

Результат функции ТЕНДЕНЦИЯ представлен на рис. 9.7.

	А	В
1	Года	ВВП, млрд грн
2		
3	1998	190
4	1999	210
5	2000	200
6	2001	220
7	2002	240
8	2003	230
9	2004	220
10	2005	240
11	2006	260
12	2007	260
13	2008	270
14	2009	280
15	2010	=ТЕНДЕНЦИЯ(
16	сумма	В3:В14;А3:А14;
17		А15)

Рис. 9.7. Результат функции ТЕНДЕНЦИЯ

Определим границы объема ВВП в 2010 г.: $y_t \pm t_2 S_{yt}$.

Расчеты критерия Стьюдента с помощью встроенной функции СТЬЮДРАСПОБР (рис. 9.8) при доверительной вероятности 0,95.

Расчеты критерия Стьюдента – в ячейке B21 вводим формулу =СТЮДРАСПОБР(0,05;(СЧЁТ(В3:В14)-СЧЁТ(В17:В18))). Тогда при доверительной вероятности 0,95 $t_2 = 2,23$.

Расчеты границ прогнозного значения объема ВВП в 2010 г.:

в ячейке B22 вводим формулу =B19-B20*B21;

в ячейке B23 вводим формулу =B19+B20*B21.

Таким образом, прогнозное значение объема ВВП в 2010 г. будет находиться в пределах:

$$283,64 - 2,23 * 9,45 \leq y_{\text{пр}} \leq 283,64 + 2,23 * 9,45;$$

$$262,55 \leq y_{\text{пр}} \leq 304,72 \text{ млрд грн.}$$

Проверим адекватность тренда с помощью критерия Фишера. В ячейке I3 вводим формулу =(B3-\$B\$17)^2. Растягиваем эту формулу на весь столбец. По столбцу рассчитываем сумму.

Остаточная дисперсия: в ячейке B25 вводим формулу =СРЗНАЧ(Н3:Н14).

Общая дисперсия: в ячейке B26 вводим формулу =СРЗНАЧ(I3:I14).

Теоретический коэффициент детерминации: в ячейке B27 вводим формулу =1-B25/B26.

Критерий Фишера (F): в ячейке B28 вводим формулу =(B27/(1-B27))*(СЧЕТ(В3:В14)-2)/(2-1).

$$F_{\text{крит}} = 19,39;$$

$k_1=10, k_2=2$

$$F_{\text{крит}} \left. \vphantom{F_{\text{крит}}} \right\} F_{\text{крит}} \left. \vphantom{F_{\text{крит}}} \right\}$$

$k_1=10, k_2=2$

Конечный вид рабочего листа для задачи 2 представлен на рис. 9.8.

Параметры модели можно интерпретировать таким образом:

параметр тренда a_0 показывает объем ВВП в 2003 г. шестой месяц, когда $t = 0$, $a_1 = 7,48$ – показатель, который означает, что каждый год объем ВВП возрастал на 7,48 млрд грн.

Прогнозное значение объема ВВП в 2010 г. будет находиться в пределах от 262,55 до 304,72 млрд грн. Это можно утверждать с вероятностью 95 %.

Значение коэффициента детерминации $\eta_T^2 = 0,9$ и дисперсионного критерия $F(2, 10) = 89,59$ свидетельствуют об адекватности модели.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Года	ВВП, млрд грн	Условный показатель времени, t	Расчет параметров			Расчет F-критерия		
2				t^2	$y \cdot t$	y_t	$y_t - y_t$	$(y_t - y_t)^2$	$(y_t - \bar{y})^2$
3	1998	190	-11	121	-2090	193,85	3,85	14,79	2025,00
4	1999	210	-9	81	-1890	201,33	-8,67	75,19	625,00
5	2000	200	-7	49	-1400	208,81	8,81	77,64	1225,00
6	2001	220	-5	25	-1100	216,29	-3,71	13,74	225,00
7	2002	240	-3	9	-720	223,78	-16,22	263,21	25,00
8	2003	230	-1	1	-230	231,26	1,26	1,58	25,00
9	2004	220	1	1	220	238,74	18,74	351,23	225,00
10	2005	240	3	9	720	246,22	6,22	38,74	25,00
11	2006	260	5	25	1300	253,71	-6,29	39,61	625,00
12	2007	260	7	49	1820	261,19	1,19	1,41	625,00
13	2008	270	9	81	2430	268,67	-1,33	1,77	1225,00
14	2009	280	11	121	3080	276,15	-3,85	14,79	2025,00
15	сумма	2820		572	2140			893,7062937	8900
16									
17	a0	235,00							
18	a1	3,74							
19	Упр	255,58							
20	S	9,45							
21	t табл	2,23							
22	Нижняя граница	234,50							
23	Верхняя граница	276,66							
24									
25	Остаточная дисперсия	74,48							
26	Общая дисперсия	741,67							
27	Коэффициент детерминации	0,90							
28	F расч	89,59							

Рис. 9.8. Расчеты прогнозного значения объема ВВП в 2010 г. с помощью метода аналитического выравнивания

Задача 2

Проанализируйте динамический ряд 2009 г. (табл. 9.2), используя методы:

- а) укрупнения интервалов по кварталам;
- б) вычисления средних уровней для увеличенных интервалов по кварталам;
- в) определения скользящего среднего.

Для 2007 – 2009 гг. рассчитайте индексы сезонности.

Таблица 9.2

Динамика объема оборотных средств за 2007 – 2009 гг.

Месяц	Объем оборотных средств, тыс. грн		
	2007	2008	2009
1	2	3	4
Январь	70	71	63
Февраль	71	85	60

1	2	3	4
Март	82	84	59
Апрель	190	308	261
Май	280	383	348
Июнь	472	443	483
Июль	295	261	305
Август	108	84	129
Сентябрь	605	630	670
Октябрь	610	450	515
Ноябрь	184	177	185
Декабрь	103	168	104

Создадим файл "Анализ тенденций развития и колебаний". На Листе 1 столбцы А – D будут столбцами исходных данных.

Метод укрупнения интервалов по кварталам: в ячейке E3 (она объединяет 3 ячейки) вводим формулу =СУММ(D3:D5). Растягиваем эту формулу на весь столбец.

Метод вычисления средних уровней для увеличенных интервалов по кварталам: в ячейке F3 вводим формулу =СРЗНАЧ(D3:D5) и также растягиваем эту формулу на весь столбец.

Для удобства расчетов объединим в столбцах E и F ячейки по три (квартал содержит 3 месяца).

Метод определения скользящего среднего:

После выбора "СЕРВИС/Анализ данных/Скользящее среднее" задаем параметры построения модели, (рис. 9.9).

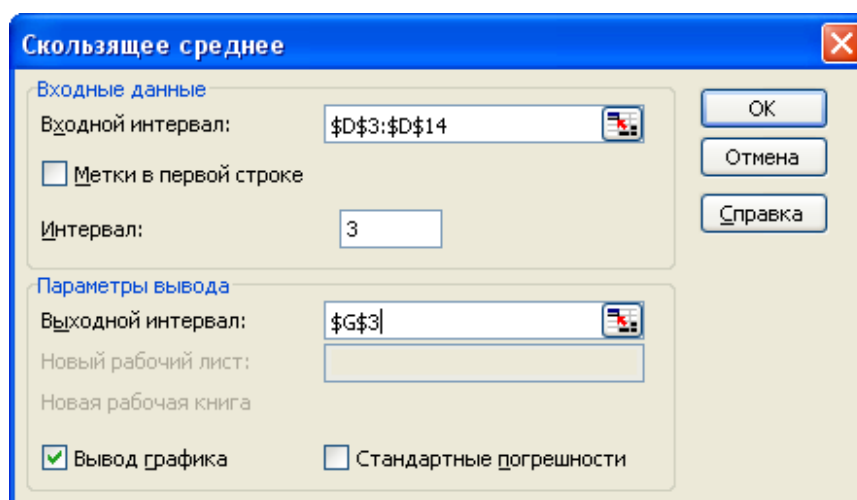


Рис. 9.9. Диалоговое окно *Скользящее среднее*

Рассчитаем индексы сезонности: в ячейке Н3 вводим формулу =СРЗНАЧ(В3:D3)/СРЗНАЧ(\$В\$3:\$D\$14)*100. Растягиваем эту формулу на весь столбец.

Результаты построения скользящего среднего и расчетов индексов сезонности представлены на рис. 9.10 и 9.11.

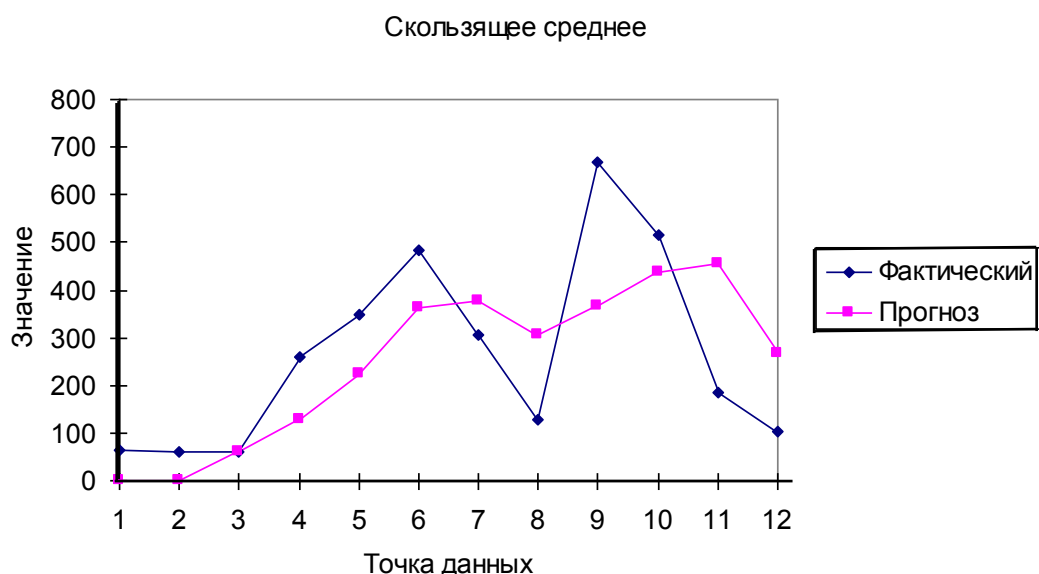


Рис. 9.10. Графическое изображение построения метода скользящего среднего

1	А	В	С	Д	Е			Г	Н
	Месяц	Объем оборотных средств, тыс.грн			Укрупнение интервалов	Среднее по укрупненному периоду	Скользящее среднее	Индекс сезонности, %	
2		2007	2008	2009					
3	Январь	70	71	63	182	60,66666667		26,05363985	
4	Февраль	71	85	60			60,67	27,5862069	
5	Март	82	84	59			126,67	28,73563218	
6	Апрель	190	308	261	1092	364	222,67	96,9348659	
7	Май	280	383	348			364,00	129,1187739	
8	Июнь	472	443	483			378,67	178,5440613	
9	Июль	295	261	305	1104	368	305,67	109,9616858	
10	Август	108	84	129			368,00	40,99616858	
11	Сентябрь	605	630	670			438,00	243,2950192	
12	Октябрь	610	450	515	804	268	456,67	201,1494253	
13	Ноябрь	184	177	185			268,00	69,73180077	
14	Декабрь	103	168	104				47,89272031	
15	всего	3070	3144	3182					

Рис. 9.11. Конечный вид таблицы расчетов

Сезонная волна наличия объема оборотных средств представлена на рис. 9.12.

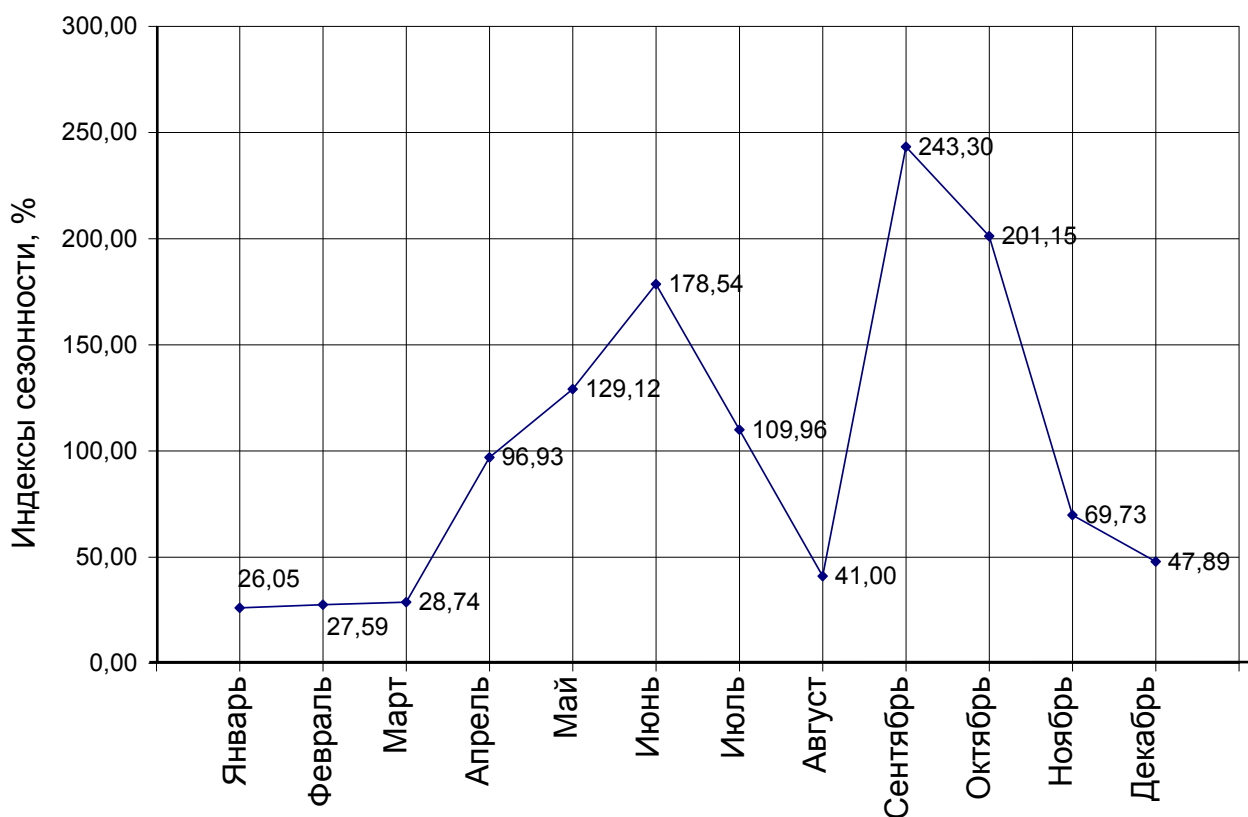


Рис. 9.12. **Сезонная волна наличия объема оборотных средств**

Вследствие укрупнения периодов более четко проявляется тенденция роста объема оборотных средств в 2-м и 3-м квартале.

Рассчитанные сглаженные уровни дают представление об общей тенденции поведения исследуемого динамического ряда. Скользящие средние показывают тенденцию к росту объема оборотных средств в летние месяцы и сентябрь-октябрь и убыли в другие месяцы.

Индексы сезонных колебаний объема оборотных средств по месяцам показывают, что сезонность наличия объема оборотных средств имеет четко выраженный характер: самый большой объем наблюдался в сентябре – октябре, наименьший – январе – марте. Эту тенденцию также видно из рис. 9.12.

Лабораторная работа № 10. Индексный метод

Цель работы – приобретение навыков анализа статистических данных с помощью индексного метода в пакете MS Excel.

Задача работы – используя MS Excel, провести анализ данных индексным методом.

Методические рекомендации

Задача 1

Имеем данные о реализации продукции (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Данные о реализации продукции

Продукция	Базисный период		Отчетный период	
	количество продукции, шт.	цена за единицу, грн	количество продукции, шт.	цена за единицу, грн
А	350	200	420	225
Б	170	120	110	150

На основе приведенных данных необходимо определить: общий индекс товарооборота; общий индекс цен; общий индекс физического объема товарооборота; абсолютную сумму экономии или перерасхода от изменения цены. Сделать вывод.

Для определения общего индекса товарооборота в ячейке F3 вводим формулу = D3*E3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F5 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G3 вводим формулу = B3*C3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке G5 рассчитываем сумму (рис. 10.1).

Продукция	Базисный период		Отчетный период				
	Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	q1p1	q0p0	Ipq
А	350	200	420	225	94500	70000	
Б	170	120	110	150	16500	20400	
					111000	90400	1,227876

Рис. 10.1. Расчеты общего индекса товарооборота

Для получения конечного результата в ячейке Н5 вводим формулу = F5/G5. Общий индекс товарооборота равняется 1,23, или 123 %, то есть товароборот в текущем периоде увеличился на 23 % по сравнению с базисным периодом за счет изменения цен на продукцию, а также за счет изменения количества реализованной продукции.

Для определения общего индекса цен в ячейке F3 вводим формулу = D3*E3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F5 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G3 вводим формулу =D3*C3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке G5 рассчитываем сумму.

Для получения значения общего индекса цен в ячейке Н5 вводим формулу = F5/G5 (рис. 10.2).

H5		=F5/G5						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Продукция	Базисный		Отчетный				
		Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	q ₁ p ₁	q ₁ p ₀	I _p
2								
3	A	350	200	420	225	94500	84000	
4	B	170	120	110	150	16500	13200	
5						111000	97200	1,14

Рис. 10.2. Расчеты общего индекса цен

Общий индекс цен равен 1,14, или 114 %, то есть товароборот увеличился на 14 % в текущем периоде по сравнению с товарооборотом в базисном периоде, за счет изменения цены на продукцию при неизменном выпуске продукции.

Абсолютная сумма перерасхода или экономии от изменения цены рассчитывается как разница между числителем и знаменателем индекса цен, в ячейке H5 вводим формулу = F5-G5 (рис. 10.3).

I5		=F5-G5							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Продукция	Базисный		Отчетный					
		Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	Количество продукции, шт.	Цена за единицу, грн.	q ₁ p ₁	q ₁ p ₀	I _p	Δp
2									
3	A	350	200	420	225	94500	84000		
4	B	170	120	110	150	16500	13200		
5						111000	97200	1,14	13800

Рис. 10.3. Расчет абсолютной суммы перерасхода или экономии от изменения цены

Абсолютная сумма перерасхода от изменения цены в отчетном периоде по сравнению с базисным составила 13 800 грн.

Для определения общего индекса физического объема товарооборота в ячейке F3 вводим формулу = D3*C3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F5 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G3 вводим формулу = C3*B3 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке G5 рассчитываем сумму. Для получения значения общего индекса физического объема товарооборота в ячейке H5 вводим формулу = F5/G5 (рис. 10.4).

A		B		C		D		E		F		G		H	
1	Продукция	Базисный		Отчетный											
2		Количество	Цена за	Количество	Цена за	q_1p_0	q_0p_0	Iq							
		продукции,	единицу,	продукции,	единицу,										
		шт.	грн.	шт.	грн.										
3	A	350	200	420	225	84000	70000								
4	Б	170	120	110	150	13200	20400								
5						97200	90400	1,08							

Рис. 10.4. Расчет общего индекса физического объема товарооборота

Общий индекс физического объема товарооборота равняется 1,08 или 108 %, то есть товарооборот увеличился на 8 % в текущем периоде, по сравнению с товарооборотом в базисном периоде, за счет изменения физического объема реализованной продукции при неизменной цене.

Задача 2

Имеем данные о расходах на производство продукции и об изменениях себестоимости на предприятии (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Характеристика производства с учетом ассортимента

Название изделия	Расходы на производство во 2-м квартале, тыс. грн	Изменение себестоимости единицы изделия во 2-м квартале по сравнению с 1-м кварталом, %
A	1 850	+18
Б	670	+11
В	755	Без изменения

Определите общие индексы: 1) себестоимости; 2) объема производства; 3) расходов на производство при условии, что расходы на производство во 2-м квартале по сравнению с 1-м кварталом увеличиваются на 27 %. Сделайте выводы.

Для расчетов индекса себестоимости необходимо использовать формулу средневзвешенных индексов, поскольку известны затраты за отчетный период (Z_1Q_1) и изменение себестоимости (i_z). В ячейке D2 рассчитываем индивидуальный индекс себестоимости по формуле $= (C2+100/100)$, по второму столбцу (расходы на производство во 2-м квартале, тыс. грн) рассчитываем сумму, нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, предварительно выделив весь столбец. В ячейке E3 вводим формулу $= B2/D2$, в ячейке E5 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул. Для получения значения общего индекса себестоимости в ячейке F5 вводим формулу $= B5/E5$ (рис. 10.5).

	A	B	C	D	E	F
	Наименование изделия	Затраты на производство во 2м квартале, тыс.грн.	Изменение себестоимости единицы изделия во 2м квартале по сравнению с 1м кварталом, %	i_q	$Z_1 Q_1$	I_z
1					i_z	
2	A	1850	18	1,18	1567,80	
3	B	670	11	1,11	603,60	
4	B	755		1	755,00	
5		3275			2926,40	1,12
6						

Рис. 10.5. Расчет общего индекса себестоимости

Общий индекс себестоимости равен 1,12, или 112 %, то есть общие расходы на производство продукции увеличились на 12 % в отчетном периоде по сравнению с общими расходами базисного, за счет увеличения себестоимости и при неизменном выпуске продукции.

Исходя из условия задачи, общий индекс расходов (I_{zq}) составляет 1,27, или 127 %, поскольку расходы на производство продукции во втором квартале по сравнению с первым увеличиваются на 27 % за счет изменения себестоимости и объема выпуска продукции.

Для расчетов общего индекса объема производства используем взаимосвязь между индексами. В ячейке H5 вводим формулу = G5/F5 (рис. 10.6)

A		B	C	D	E	F	G	H
Наименование изделия		Затраты на производство во 2м квартале, тыс.грн.	Изменение себестоимости единицы изделия во 2м квартале по сравнению с 1м кварталом, %	i_q	i_z	i_p	i_{zp}	i_q
1								
2	A	1850	18	1,18	1567,80			
3	Б	670	11	1,11	603,60			
4	В	755		1	755,00			
5		3275			2926,40	1,12	1,27	1,13

Рис. 10.6. Расчет общего индекса объема производства

Общие расходы на производство продукции увеличились на 13 % за счет изменения объема производства продукции при неизменной себестоимости.

Задача 3

Имеем данные о производстве одноименной продукции "А" и ее себестоимости на двух заводах (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Данные о производстве и себестоимости продукции

Завод	Производство продукции, тыс. шт.		Себестоимость единицы продукции, грн	
	Год		Год	
	2007	2008	2007	2008
1	90	100	210	205
2	180	110	180	240

Определить индексы себестоимости: переменного состава; постоянного состава; структурных сдвигов. Объяснить различие между данными индексами.

Для определения индекса себестоимости переменного состава в ячейке F5 вводим формулу = E5*C5 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F7 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G7 вводим формулу = F7/C7 и получаем значение первой дроби; в ячейке H5 вводим формулу = D5*C5 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке H7 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке I7 вводим формулу = H7/C7 и получаем значение второй дроби.

Для получения значения индекса себестоимости переменного состава в ячейке J7 вводим формулу = G7/I7 (рис. 10.7).

		Год		Год						
Завод		Производство продукции, тыс.шт.		Себестоимость единицы продукции, грн.		$z_1 q_1$	$\frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1}$	$z_0 q_1$	$\frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1}$	$I_{\text{перем.сост}}$
		2007	2008	2007	2008					
1		90	100	210	205	20500		21000		
2		180	110	180	240	26400		19800		
		270	210			46900	223,33	40800	194,29	1,15

Рис. 10.7. Расчет индекса себестоимости переменного состава

Индекс себестоимости переменного состава составил 1,15 (115 %), то есть средняя себестоимость единицы продукции увеличилась на 15 % за счет изменения себестоимости и количества произведенной продукции.

Для определения индекса себестоимости фиксированного состава в ячейке F4 вводим формулу = E4*C4 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F6 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G6 вводим формулу = F6/C6 и получаем значение первой дроби; в ячейке H4 вводим формулу = B4*D4 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке H6

рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке I6 вводим формулу = H6/V6 и получаем значение второй дроби.

Для получения значения индекса себестоимости фиксированного состава в ячейке J6 вводим формулу = G6/I6 (рис. 10.8).

Завод		Производство продукции, тыс.шт.		Себестоимость единицы продукции, грн.		$z_1 q_1$	$\frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1}$	$z_0 q_0$	$\frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$	I _{фикс.сост}
		Год		Год						
		2007	2008	2007	2008					
1	1	90	100	210	205	20500		18900		
2	2	180	110	180	240	26400		32400		
3		270	210			46900	223,33	51300	190	1,18

Рис. 10.8. Расчет индекса себестоимости фиксированного состава

Индекс себестоимости фиксированного состава составил 1,18 (118 %), то есть средняя себестоимость продукции увеличилась на 18 % за счет изменения себестоимости единицы продукции при неизменном количестве произведенной продукции.

Для определения индекса себестоимости структурных сдвигов в ячейке F4 вводим формулу = D4*C4 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке F6 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке G6 вводим формулу = F6*C6 и получаем значение первой дроби; в ячейке H4 вводим формулу =B4*D4 и растягиваем эту формулу на весь столбец, в ячейке H6 рассчитываем сумму по столбцу: или нажав знак автосуммы Σ на панели инструментов, или нажав "=" и выбрав формулу СУММ в строке формул, в ячейке I6 вводим формулу = H6/V6 и получаем значение второй дроби.

Для получения значения индекса себестоимости структурных сдвигов в ячейке J6 вводим формулу = G6/I6 (рис. 10.9).

A		B		C		D		E		F	G	H	I	J
Завод		Производство продукции, тыс.шт.		Себестоимость единицы продукции, грн.						$z_0 q_1$	$\frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1}$	$z_0 q_0$	$\frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$	I _{стр.сдв.}
		Год		Год										
		2007	2008	2007	2008									
1		90	100	210	205					21000		18900		
2		180	110	180	240					19800		32400		
3		270	210							40800	194,3	51300	190	1,02

Рис. 10.9. Расчет индекса себестоимости структурных сдвигов

Индекс себестоимости структурных сдвигов составил 1,02 (102 %), то есть средняя себестоимость продукции увеличилась на 2 % за счет изменения количества произведенной продукции при неизменной себестоимости единицы продукции.

Лабораторная работа № 11. Выборочный метод

Цель работы – получить навыки проведения выборочного наблюдения с помощью прикладной программы MS Excel.

Задача работы – применяя MS Excel, провести выборочное наблюдение совокупности данных путем формирования выборки, расчетов предельной ошибки и доверительного интервала.

Методические рекомендации

Задача 1

На предприятии необходимо провести выборочный 10-процентный контроль веса деталей, которые выпускаются по технологии литья легких сплавов. Исходные данные приведены на рис. 11.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	16,0478	14,4427	14,7473	16,1948	14,3087	14,8128	14,9901	15,6235	14,5053	14,5011	15,9709	13,527	14,4825	13,9853	14,5836	16,2751	14,6947	14,9229	13,3124

Рис. 11.1. Исходные данные для проведения выборочного наблюдения

Заполнено окно **Выборка** пакета **Анализ данных** приведен на рис. 11.2.

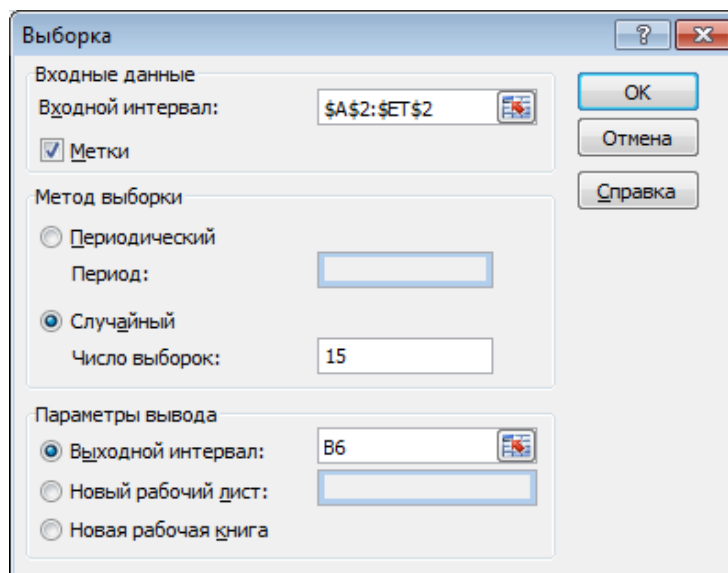


Рис. 11.2. Окно **Выборка**, заполненное по условиям задачи

После нажатия кнопки ОК на рабочее поле выводится результат 10-процентной выборки (рис. 11.3).

Таким образом, получена выборочная совокупность, характеристики которой можно рассчитать средствами MS Excel. С помощью модуля *Описательная статистика* надстройки *Анализ данных* (см. лабораторную работу № 5).

Кроме основных характеристик распределения, необходимо рассчитать предельную ошибку выборки. В связи с тем, что в Microsoft Excel реализована схема собственно-случайной повторной выборки, предельная ошибка выборки рассчитывается по формуле:

$$\Delta X = t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}},$$

где n – количество элементов выборочной совокупности;

t – коэффициент доверия, который зависит от вероятности, с которой гарантируется предельная ошибка выборки.

	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	16,0478	14,4427	14,7473	16,1948
3				
4				
5				
6		14,94616		
7		15,97087		
8		16,18081		
9		15,28124		
10		13,03152		
11		14,0694		
12		14,26011		
13		14,17091		
14		14,68501		
15		14,33987		
16		14,30941		
17		13,83818		
18		16,69912		
19		15,01243		
20		14,74730		
21				

Рис. 11.3. Результат автоматической случайной выборки

На рис. 11.4 отображен расчет предельной ошибки выборки с вероятностью 95 %.

	A	B	C	D	E
1	1	2	3	4	5
2	16,0477629075467	14,442650	14,7473	16,1947486200369	14,3087294569704
3					
4					
5					
6		14,94616	Средняя	=СРЗНАЧ(В6:В20)	
7		15,97087	Дисперсия	=ДИСП(В6:В20)	
8		16,18081	n	=СЧЕТ(В6:В20)	
9		15,28124	t	2	
10		13,03152	ΔX	=E9+КОРЕНЬ(E7/E8)	
11		14,0694			
12		14,26011			
13		14,17091			
14		14,68501			
15		14,33987			
16		14,30941			
17		13,83818			
18		16,69912			
19		15,01243			
20		14,7473			

Рис. 11.4. Расчет предельной ошибки выборки с вероятностью 95 %

На рис. 11.5 можно увидеть результаты расчетов.

Среднее	14,769489
Дисперсия	0,9221697
n	15
t	2
ΔX	2,247948

Рис. 11.5. Результаты расчетов предельной погрешности выборки

На рис. 11.6 приведен расчет и результаты расчетов доверительного интервала.

Доверительный интервал	
Нижняя граница	$=E_6 - E_{10}$
Верхняя граница	$=E_6 + E_{10}$

Доверительный интервал	
Нижняя граница	12,521542
Верхняя граница	17,017437

Рис. 11.6. Расчет и результаты расчетов доверительного интервала

Таким образом, по результатам расчетов можно сделать вывод о том, что значение среднего для генеральной совокупности с вероятностью 95 % попадет в интервал от 12,5215 до 17,0174.

Рекомендованная литература

Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учебн. пособие. / Э. А. Вуколов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Форум, 2008. – 464 с.

Елисеева И. И. Общая теория статистики : учебник / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев ; под ред. И. И. Елисеевой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 656 с.

Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. – М. : Наука, 1976. – 736 с.

Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М. : Мир, 1975. – 648 с.

Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. / под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю. Н. Тюрина ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 510 с.

Теория статистики : учебник / под ред. Р. А. Шмойловой. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 557 с.

Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров Под ред. В. Э. Фигурнова. – М. : Инфра-М, 2003. – 544 с.

Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами / Д. Химмельблау ; пер. с англ. – М. : Мир, 1973. – 958 с.

