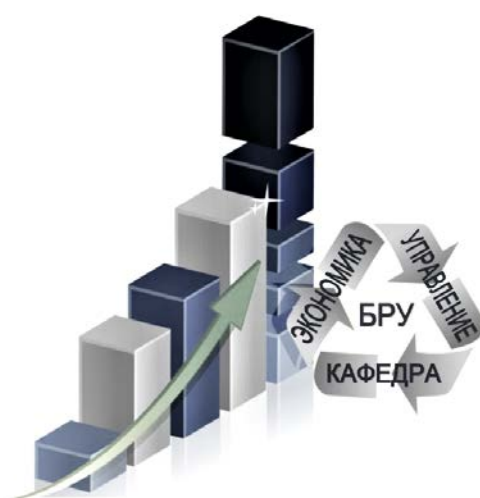


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

ЭКОНОМЕТРИКА

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальности
1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии»
заочной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 330.43
ББК 65
Э40

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «26» сентября 2023 г.,
протокол № 2

Составитель канд. экон. наук, доц. Е. С. Жесткова

Рецензент канд. техн. наук, доц. Т. В. Пузанова

В методических рекомендациях представлены материалы для самостоятельной подготовки студентов специальности 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии» заочной формы обучения по дисциплине «Эконометрика», в том числе содержание учебного материала, описание аудиторной контрольной работы, основные термины и формулы, типовые задачи с ответами.

Учебное издание

ЭКОНОМЕТРИКА

Ответственный за выпуск	Т. В. Романькова
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение	4
1 Содержание учебного материала.....	5
2 Аудиторная контрольная работа.....	6
3 Основные термины	8
4 Формулы расчета основных показателей.....	9
5 Примеры типовых задач	10
Список литературы.....	17

Введение

Эконометрика – это наука, которая дает количественное выражение взаимосвязей экономических явлений и процессов. Эконометрические расчеты позволяют лучше понять хозяйственные процессы и явления, что помогает достоверно формулировать результаты и делать прогнозы. Проведение эффективной экономической политики требует понимания взаимосвязей между факторами и результатами. При принятии управленческих решений необходимо знать систему этих взаимосвязей и соответствующим образом влиять на них.

Целью изучения дисциплины «Эконометрика» является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять основные понятия вероятностного анализа, основ статистического описания, проверки статистических гипотез; а также применение основ анализа парных зависимостей.

Задачами учебной дисциплины являются изучение эконометрических методов исследования количественных и качественных закономерностей в экономике на основе анализа статистических данных, овладение навыками проведения эконометрического исследования статистических данных и экономических показателей.

В результате освоения учебной дисциплины «Эконометрика» обучающийся

1) **познает:**

- основополагающую концепцию эконометрического анализа сложных экономических явлений;
- основные методологические подходы и принципы применения аппарата эконометрического моделирования в прикладных исследованиях;
- базовые типы эконометрических моделей;
- статистические методы оценивания параметров эконометрических моделей;
- приемы интерпретации результатов эконометрического моделирования;

2) **научится:**

- корректно осуществлять спецификацию эконометрических моделей;
- определять влияние какого-либо фактора или процесса на другое явление, зависимость их друг от друга (фактор качественный, фактор количественный);

3) **овладеет:**

- методикой сбора статистической информации для дальнейшего экономического анализа;
- стандартными пакетами прикладных программ для обработки информации.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций.

БПК-3: применять понятия, методы эконометрики, экономические модели и инструменты для количественной оценки статистических зависимостей индикаторов социально-экономического развития.

1 Содержание учебного материала

Содержание учебного материала дисциплины «Эконометрика» и литература для самостоятельной подготовки представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание учебного материала и литература для подготовки

Наименование тем 1	Содержание 2	Литература для подготовки 3
Эконометрика, ее место в системе высшего экономического образования	Основные этапы построения, анализа и использования эконометрических моделей	[6, глава 1]
Основные этапы предварительной обработки данных	Проверка выборочного распределения на стационарность и однородность. Выявление аномальных наблюдений. Проверка распределения на нормальность. Преобразование распределения к нормальному	[1, глава 1], [2, глава 2], [5, глава 1]
Ковариация и корреляция – математический инструмент оценки взаимосвязей экономических явлений	Меры тесноты линейной связи переменных: парный, частный и множественный коэффициент корреляции. Проверка статистических гипотез для оценки значимости корреляции. Корреляционное отношение как оценка нелинейной связи. Оценка тесноты связи между ординальными (порядковыми) переменными – коэффициент ранговой корреляции Спирмена.	[1, глава 1], [2, глава 8]
Регрессионный анализ парной модели	Ковариация, механизм и правила ее расчета Метод наименьших квадратов для оценки параметров простейшей линейной модели. Определение интервальной оценки параметров линейной модели	[1, глава 2], [2, глава 4], [3, глава 6]
Регрессионный анализ множественной модели	Матричный метод оценки коэффициентов множественного линейного уравнения регрессии. Проверка качества уравнения регрессии	[1, глава 3], [2, глава 6], [3, глава 6]
Условия Гаусса – Маркова	Нарушение предпосылок метода наименьших квадратов. Автокорреляция остатков, обнаружение и устранение. Статистика Дарбина-Уотсона. Гетероскедастичность остатков, обнаружение, последствия, устранение. Обобщенный метод наименьших квадратов	[2, глава 5], [4, глава 2], [5, глава 2]
Нелинейная регрессия: проблемы спецификации	Линеаризация зависимостей. Выбор лучшей регрессии по критерию минимальной остаточной дисперсии	[2, глава 7], [4, глава 2], [5, глава 4]
Фиктивные переменные в регрессионном анализе	Модели ANOVA. Модели ANCOVA. Модели бинарного выбора	[1, глава 3], [2, глава 11]
Методы анализа одномерных временных рядов	Основные элементы временного ряда. Частная автокорреляция. Оценка автокорреляционной функции. Моделирование тенденции временного ряда. Идентификация сезонных моделей. Аддитивная, мультипликативная и смешанные модели сезонности. Гармонический анализ сезонных явлений с помощью рядов Фурье	[1, глава 4], [4, глава 3], [5, глава 5]

Окончание таблицы 1.1

1	2	3
Изучение взаимосвязей по временным рядам	Специфика статистической оценки взаимосвязи двух временных рядов. Методы исключения тенденции	[1, глава 5], [4, глава 3], [6, глава 8]
Динамические эконометрические модели	Общая характеристика моделей с распределенным лагом. Интерпретация модели с распределенным лагом Авто-регрессионные модели	[1, глава 6], [2, глава 12]

2 Аудиторная контрольная работа

Описание аудиторной контрольной работы (АКР)

АКР направлена на проверку подготовленности студента по базовым аспектам дисциплины – знаний основных терминов и формул основных показателей, а также умений рассчитывать последние при анализе статистической информации (решать задачи базового уровня).

АКР включает три задания:

1) **дать определение понятия** – необходимо привести определение заданного термина. При этом ответ должен содержать только определение (одно предложение), приводить какую-либо дополнительную информацию не следует (см. раздел 3);

2) **привести формулу расчета показателя** – необходимо записать формулу расчета заданного показателя с пояснением используемых в ней условных обозначений (см. раздел 4);

3) **решить задачу** – необходимо рассчитать заданный показатель (показатели) по имеющимся исходным данным (см. раздел 5).

Далее представлен пример варианта АКР.

Вариант __

Задание 1

Дать определение понятия «мультиколлинеарность».

Задание 2

Привести формулу расчета коэффициента детерминации.

Задание 3

Компания, продающая бытовую технику, установила на пылесос определенной модели цену, дифференцированную по регионам. В таблице 2.1 приведены цены на пылесос в 10 различных регионах и соответствующее им число продаж. Рассчитайте выборочный коэффициент линейной корреляции и проверьте его значимость при $\alpha = 0,05$.

Таблица 2.1 – Данные о ценах и объемах продаж пылесосов по регионам

Объем продаж, шт.	420	380	350	400	440	380	450	425	430	480
Цена, тыс. р.	5,6	6,0	6,5	6,0	5,0	6,4	4,5	5,0	5,7	4,4

Критерии оценки АКР

АКР оценивается исходя из 5 (пяти) баллов. Критерии оценки представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Критерии оценки АКР

Задание	Максимальный балл
1 Дать определение понятия	1
2 Привести формулу расчета показателя	1
3 Решить задачу	3
Итого	5

Критерии выставления баллов в разрезе заданий представлены в таблице 2.3. АКР считается зачтенной, если сумма полученных баллов составляет не менее 3 (трех) баллов.

Таблица 2.3 – Критерии выставления баллов в разрезе заданий АКР

Задание	Балл	Содержание ответа
1	1	Дано полное определение понятия
	0,5	Дано определение понятия, в достаточной степени отражающее его суть
	0	Дано определение с грубыми ошибками <i>или</i> Дано определение другого понятия <i>или</i> Ответ отсутствует
	1	Приведена формула с указанием условных обозначений
	0,5	Приведена формула без указания условных обозначений
2	0	Формула приведена с ошибками <i>или</i> Приведена формула другого показателя <i>или</i> Ответ отсутствует
	3	Записаны все необходимые формулы с расшифровкой условных обозначений, выполнена подстановка в них числовых значений, получен ответ
	2	Приведены расчеты без записи необходимых формул, получен ответ
3	1	Записаны только необходимые формулы с расшифровкой условных обозначений
	0	Использована неверная методика решения <i>или</i> Ответ отсутствует

При получении отметки «Не зачтено» студент не допускается к сдаче экзамена по дисциплине, а АКР подлежит повторному выполнению после окончания сессии.

3 Основные термины

Определения основных понятий дисциплины представлены по [1, 3]. При написании АКР студент может приводить иные определения из рекомендуемой литературы или других учебных изданий.

Эконометрика – это наука, которая дает количественное выражение взаимосвязей экономических явлений и процессов.

Выборочная ковариация – мера взаимосвязи между двумя переменными.

Парный коэффициент корреляции – показатель силы связи между двумя переменными.

Коэффициент частной корреляции – показатель тесноты линейной связи между отдельным фактором и результатом при устранении воздействия прочих факторов модели.

Коэффициент множественной корреляции – показатель тесноты связи между результативным показателем и набором факторных показателей.

Коэффициент детерминации – показатель, который характеризует долю дисперсии результативного показателя y , объясняемую регрессией.

Парная регрессия – модель, где среднее значение зависимой переменной y рассматривается как функция независимой переменной x .

Множественная регрессия – модель, где среднее значение зависимой переменной y рассматривается как функция нескольких независимых переменных x_i .

Линеаризация – процедура, преобразующая в линейную форму нелинейные формы связи для выполнения расчетов.

Корреляционное поле (диаграмма рассеивания) – график в прямоугольной системе координат, где по оси абсцисс отмечаются значения независимой переменной x , по оси ординат – значения зависимой переменной y .

Прогнозирование – получение оценок зависимой переменной для некоторого набора независимых переменных, которых нет в исходных наблюдениях.

Фиктивные (манекенные) переменные – качественные факторы, рассматриваемые как переменные регрессионной модели.

Сезонная компонента – составляющая, которая отражает повторяемость экономических процессов в течение не очень длительного периода (года, квартала, месяца).

Мультиколлинеарность – линейная зависимость между двумя или несколькими факторными переменными в уравнении множественной регрессии.

Гетероскедастичность – непостоянство дисперсии случайной переменной для всех наблюдений

Автокорреляция – зависимость случайной переменной в любом наблюдении от его значений во всех других наблюдениях.

Временной (динамический) ряд – совокупность данных наблюдений некоторого показателя y , упорядоченная по времени их получения.

Тренд – составляющая, которая описывает общее направление развития показателя, устойчивую долговременную тенденцию изменения экономического показателя y .

Циклическая компонента – составляющая, которая определяет периодические колебания экономических процессов в течение длительных периодов (больше года).

Случайная компонента – составляющая, которая отражает влияние на уровни ряда случайных факторов.

Аддитивная модель временного ряда – модель, в которой временной ряд представлен в виде суммы всех компонент.

Мультипликативная модель временного ряда – модель, в которой временной ряд представлен в виде произведения всех компонент.

4 Формулы расчета основных показателей

Выборочная ковариация

$$\text{Cov}(v, w) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [(v_i - v_{cp})(w_i - w_{cp})], \quad (4.1)$$

где v, w – переменные;

v_{cp}, w_{cp} – средние значения;

n – количество наблюдений.

Коэффициент парной корреляции

$$r(v, w) = \frac{\sum_{i=1}^n [(v_i - v_{cp})(w_i - w_{cp})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (v_i - v_{cp})^2 \sum_{i=1}^n (w_i - w_{cp})^2}}. \quad (4.2)$$

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (4.3)$$

где d – разность рангов.

Модель линейной парной регрессии

$$y_p = a + bx. \quad (4.4)$$

Коэффициент детерминации

$$R^2 = r^2. \quad (4.5)$$

Средний коэффициент эластичности (для линейной регрессии)

$$\bar{\varepsilon} = b \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = \frac{b\bar{x}}{a + b\bar{x}}. \quad (4.6)$$

Стандартная ошибка регрессии

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}. \quad (4.7)$$

Средняя ошибка аппроксимации

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100 \%. \quad (4.8)$$

Аддитивная модель временного ряда

$$y_t = T(t) + S(t) + C(t) + \varepsilon(t). \quad (4.9)$$

Мультипликативная модель временного ряда

$$y_t = T(t) \cdot S(t) \cdot C(t) \cdot \varepsilon(t). \quad (4.10)$$

5 Примеры типовых задач

В разделе представлены примеры задач, включенных в АКР и рекомендации по их решению.

Задача 1. Компания, продающая бытовую технику, установила на пылесос определенной модели цену, дифференцированную по регионам. В таблице 5.1 приведены цены на пылесос в 10 различных регионах и соответствующее им число продаж.

Таблица 5.1 – Данные о ценах и объемах продаж пылесосов по регионам

Объем продаж, шт.	420	380	350	400	440	380	450	420
Цена, тыс. р.	5,5	6,0	6,5	6,0	5,0	5,6	4,5	5,0

- 1 Постройте поле корреляции результативного и факторного признаков.
- 2 Определите параметры уравнения парной линейной регрессии. Дайте интерпретацию найденных параметров и всего уравнения в целом.
- 3 Постройте теоретическую линию регрессии, совместив ее с полем корреляции. Сделайте выводы.
- 4 Рассчитайте линейный коэффициент корреляции и поясните его смысл. Определите коэффициент детерминации и дайте его интерпретацию.
- 5 С вероятностью 0,95 оцените статистическую значимость коэффициента регрессии и уравнения регрессии в целом. Сделайте выводы.
- 6 С вероятностью 0,95 постройте доверительный интервал для прогноза оценки \hat{y}_i для $x^* = 5,75$.
- 7 Определите значение коэффициента эластичности и объясните его.

Решение

- 1 Построим поле корреляции в соответствии с исходными данными. Результат представлен на рисунке 5.1.

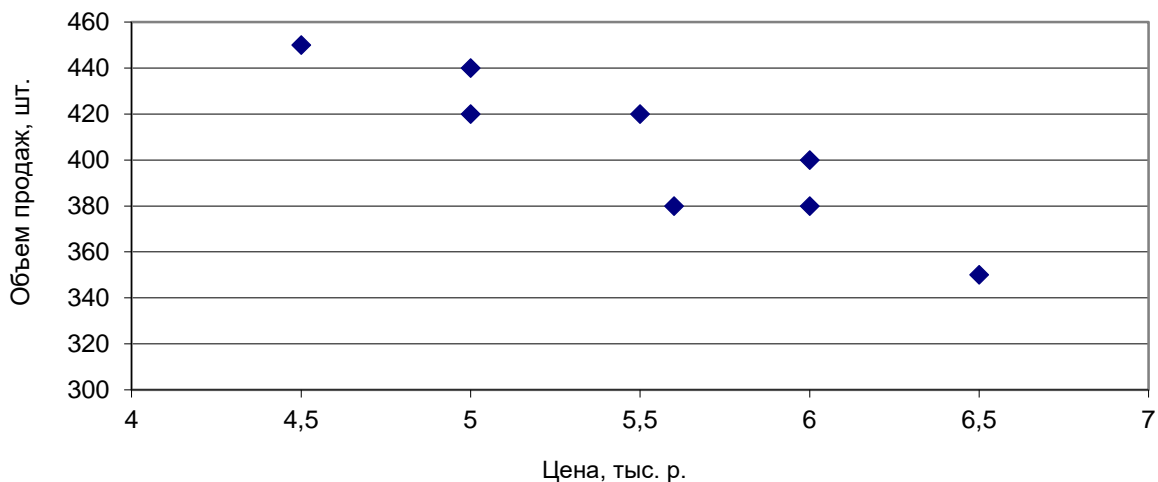


Рисунок 5.1 – Поле корреляции

Очевидно, что объем продаж пылесосов находится в обратной зависимости от установленных цен. Можно предположить, что зависимость линейная, т. к. расположение точек на графике по форме близко к прямой линии.

- 2 Находим коэффициенты постулируемого уравнения регрессии $\hat{y}_x = a + bx$, а также коэффициенты корреляции и детерминации. Для этого можно воспользоваться следующими формулами:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2};$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}.$$

Построим расчетную таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Вспомогательные величины

Номер наблюдения	y	x	y^2	x^2	xy	\hat{y}_x	$(y - \hat{y}_x)^2$	$(y - \bar{y})^2$
1	420	5,5	176400	30,25	2310	405,59	207,59	225
2	380	6	144400	36	2280	381,91	3,65	625
3	350	6,5	122500	42,25	2275	358,23	67,74	3025
4	400	6	160000	36	2400	381,91	327,21	25
5	440	5	193600	25	2200	429,27	115,07	1225
6	380	5,6	144400	31,36	2128	400,86	434,97	625
7	450	4,5	202500	20,25	2025	452,95	8,73	2025
8	420	5	176400	25	2100	429,27	85,99	225
Сумма	3240	44,1	1320200	246,11	17718	3240	1250,93	8000
Среднее	405	5,51	165025	30,76	2214,75	405	156,37	1000

Определим ряд характеристик моделируемых рядов:

$$\sigma_x = \sqrt{x^2 - (\bar{x})^2} = \sqrt{30,76 - 5,51^2} = 0,61;$$

$$\sigma_y = \sqrt{y^2 - (\bar{y})^2} = \sqrt{165025 - 405^2} = 31,62;$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 = \sigma_x^2 \cdot n = 0,61^2 \cdot 8 = 3.$$

Рассчитаем коэффициенты регрессии:

$$b = \frac{2214,74 - 5,51 \cdot 405}{30,76 - 5,51^2} = -47,36;$$

$$a = 405 + 47,36 \cdot 5,51 = 666,08.$$

Таким образом, регрессионное уравнение имеет вид

$$\hat{y}_x = 666,08 - 47,36x.$$

Можно сделать вывод, что при росте цены на 1 тыс. р. число продаж пылесосов сокращается в среднем на $47,36 \approx 47$ шт. Условный объем продаж при нулевой цене равен 666 шт.

3 Построим теоретическую линию регрессии. Результат представлен на рисунке 5.2.

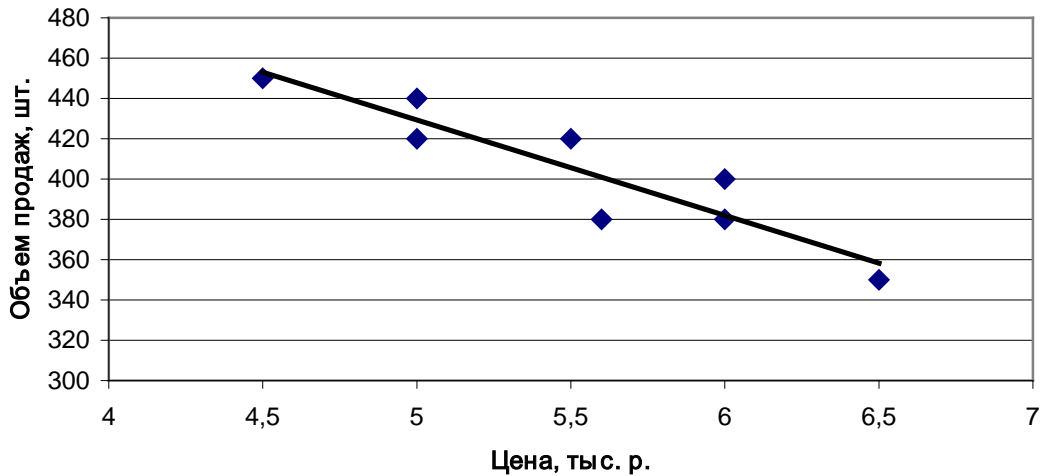


Рисунок 5.2 – Теоретическая линия регрессии

Так как эмпирические точки находятся вблизи теоретической прямой, то уравнение регрессии хорошо аппроксимирует данные.

4 Определим линейный коэффициент корреляции

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{2214,74 - 5,51 \cdot 405}{0,61 \cdot 31,62} = -0,919.$$

Коэффициент корреляции указывает на наличие связи и находится в интервале $[-1; 1]$. В данном случае его отрицательное значение говорит об обратной связи между ценой пылесоса и объёмом продаж. Связь весьма высокая по тесноте, т. к. $|r| > 0,9$.

Рассчитаем коэффициент детерминации

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{\sum (y - \bar{y})^2} = 1 - \frac{1250,93}{8000} = 0,844.$$

Коэффициент детерминации показывает, что 84,4 % вариации числа продаж пылесосов объясняется вариацией их цен, а остальные 15,6 % – вариацией прочих факторов.

5 На основании данных расчётной таблицы рассчитаем остаточное среднее квадратическое отклонение:

$$S_{ocm} = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{n - p - 1}},$$

где p – число факторов в модели.

$$S_{ocm} = \sqrt{\frac{1250,93}{8-1-1}} = 14,44.$$

Определим стандартную ошибку для коэффициента регрессии:

$$m_b = S_{ocm} \cdot \sqrt{\frac{1}{\sum (x - \bar{x})^2}} = 14,44 \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} = 8,32.$$

Определим расчётное значение t -критерия Стьюдента:

$$t_b = \frac{b}{m_b} = \frac{-47,36}{8,32} = -5,69.$$

Табличное значение t -критерия Стьюдента при $\alpha = 0,05$ и $k = 8 - 1 - 1 = 6$ будет равно $t_{табл} = 2,45$. Таким образом, коэффициент регрессии является значимым, т. к. расчётное значение t -критерия по модулю выше табличного значения.

Для определения значимости полученного уравнения регрессии необходимо рассчитать эмпирическую величину F -критерия Фишера:

$$F_p = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-p-1}{p} = \frac{0,844}{1-0,844} \cdot \frac{8-1-1}{1} = 32,37.$$

По таблице F -распределения Фишера при $\alpha = 0,05$ и $k_1 = 1$, $k_2 = 8 - 2 = 6$ величина $F_{табл} = 5,99$. Это означает, что гипотеза H_0 о несущественности связи между y и x с вероятностью ошибочности суждения $\alpha = 0,05$ отклоняется, то есть связь между этими переменными может быть признана существенной.

6 Спрогнозируем объем продаж пылесосов при цене 5,75 тыс. р. за 1 шт.

$$\hat{y}_x = 666,08 - 47,36 \cdot 5,75 = 393,75.$$

Построим доверительные интервалы для индивидуальной прогнозной величины \hat{y}_{xp} в точке x^* по следующим формулам

$$\hat{y}_{xp} - dy \leq \hat{y}_{xp} \leq \hat{y}_{xp} + dy,$$

где

$$dy = t_{табл} \cdot S_{ocm} \cdot \sqrt{1+h};$$

$$h = \frac{1}{n} + \frac{(x^* - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2} = \frac{1}{8} + \frac{(5,75 - 5,51)^2}{3} = 0,14.$$

Тогда

$$dy = 45,2 \cdot 44,14 \cdot \sqrt{(1+14,0)} = 37,79;$$

$$393,75 - 37,79 \leq \hat{y}_{xp} \leq 393,75 + 37,79;$$

$$355,97 \leq \hat{y}_{xp} \leq 431,54.$$

Следовательно, с 95 % уверенностью можно утверждать, что число продаж пылесосов при цене 5,75 тыс.р. за 1 шт., находится в пределах от 356 до 432 шт.

7 Коэффициент эластичности определим по формуле

$$\mathcal{E}_{yx} = b \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = (-47,36) \cdot \frac{0,61}{31,62} = -0,64 \%$$

Итак, в относительном выражении при увеличении цены пылесоса на 1 % возможно сокращение продаж в анализируемой компании на 0,64 %.

Задача 2. В таблице 5.3 приведены поквартальные данные об объемах производства некоторого предприятия. С помощью анализа автокорреляционной функции и графика временного ряда определить структуру временного ряда.

Таблица 5.3 – Данные об объемах производства

Номер квартала	Объем производства, млн р.
I	410
II	400
III	715
IV	600
I	585
II	560
III	975
IV	800
I	765
II	720
III	1235
IV	110

Решение

Вычислим коэффициенты автокорреляции первого, второго, третьего, четвертого и пятого порядков. Для вычисления коэффициента автокорреляции первого порядка по данным таблицы 5.4 найдем корреляцию между рядами y_t , где $t \in \{1, 2, \dots, 11\}$ и y_{t+1} , где $t \in \{1, 2, \dots, 11\}$.

Таблица 5.4 – Данные для расчета коэффициента автокорреляции первого порядка

y_t	y_{t+1}
410	400
400	715
715	600
600	585
585	560
560	975
975	800
800	765
765	720
720	1235
1235	1100

Тогда $r_1 = 0,538$.

Для вычисления коэффициента автокорреляции второго порядка по данным таблицы 5.5 найдем корреляцию между рядами y_t , где $t \in \{1, 2, \dots, 10\}$ и y_{t+2} , где $t \in \{1, 2, \dots, 10\}$.

Таблица 5.5 – Данные для расчета коэффициента автокорреляции второго порядка

y_t	y_{t+2}
410	715
400	600
715	585
600	560
585	975
560	800
975	765
800	720
765	1235
720	1100

Тогда $r_2 = 0,286$.

Аналогично рассчитываются коэффициенты автокорреляции третьего, четвертого и пятого порядков: $r_3 = 0,432$, $r_4 = 0,992$, $r_5 = 0,373$.

Так как из последовательности коэффициентов автокорреляции r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 самым высоким оказался коэффициент $r_4 = 0,992$, то можно сделать вывод о том, что исследуемый временной ряд содержит периодические (сезонные) колебания с периодом, равным 4.

Кроме того, из вида графика временного ряда (рисунок 5.3) можно сделать вывод о наличии тренда.

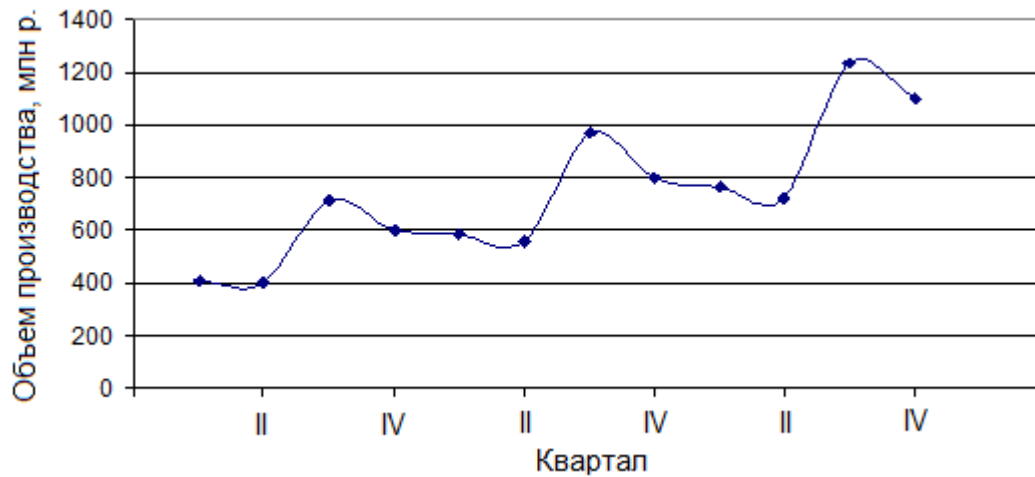


Рисунок 5.3 – График временного ряда

Список литературы

- 1 **Новиков, А. И.** Эконометрика : учебное пособие / А. И. Новиков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 272 с.
- 2 **Бородич, С. А.** Эконометрика. Практикум: учебное пособие / С. А. Бородич. – Москва : ИНФРА-М; Минск : Новое знание, 2018. – 329 с.
- 3 **Яковлев, В. П.** Эконометрика : учебник / В. П. Яковлев. – Москва : Дашков и К, 2019. – 384 с.
- 4 **Соколов, Г. А.** Эконометрика: теоретические основы: учебное пособие / Г. А. Соколов. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 216 с.
- 5 **Ниворожкина, Л. И.** Эконометрика: теория и практика: учебное пособие / Л. И. Ниворожкина. – Москва : РИОР ; ИНФРА-М, 2018. – 207 с.
- 6 **Бабешко, Л. О.** Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R: учебник / Л. О. Бабешко. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 300 с.