

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса"
(ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»)
Волгодонский институт сервиса (филиал)
(ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»)

Ю.В. Никонорова

Эконометрика

Методические указания
для самостоятельной работы
студентов очной и заочной форм обучения
направления 080100 «Экономика» бакалавриат

Волгодонск 2012

Составитель:

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Экономика и управление»
ФГБОУ ВПО ВИС ЮРГУЭС
Ю.В.Никонорова

Рецензент:

канд. эконом. наук, доцент кафедры «Экономика и Управление»
ФГБОУ ВПО ВИС ЮРГУЭС
М.Ю. Диканов

Методические указания разработаны для студентов очной и заочной форм обучения направления 080100 «Экономика» бакалавриат ВИС в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. В методических указаниях изложены определения, формулы расчета основных показателей дисциплины, приведены задания на самостоятельную работу и контрольные вопросы.

Оглавление

Введение.....	4
1. Основные этапы развития эконометрики.....	5
2. Основные понятия.....	7
3. Метод наименьших квадратов	9
4. Метод МНК для линейной регрессии	9
5. МНК для множественной регрессии.....	12
6. Уравнение регрессии в стандартизованном масштабе.....	13
7. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация.....	15
8. Система линейных эконометрических уравнений.....	16
9. Временные ряды	18
10. Аналитическое выравнивание временного ряда.....	19
11. Алгоритм построения модели.....	21
Вопросы по дисциплине «Эконометрика».....	23
Задания на самостоятельную работу.....	25
Библиографический список.....	30
Приложение А.....	31

Введение

В современные программы подготовки экономистов включен курс эконометрики, поскольку деятельность в любой области экономики требует от специалиста применения современных методов оценки, анализа и интерпретации экономических данных. Эконометрика даёт инструментарий для экономических измерений, а также методологию оценки параметров моделей микро- и макроэкономики. Кроме того, эконометрика активно используется для прогнозирования экономических процессов как в масштабах экономики в целом, так и на уровне отдельных предприятий. При этом эконометрика является частью экономической теории, наряду с макро- и микроэкономикой. Термин «эконометрика» состоит из двух частей: «эконо» — от «экономика» и «метрика» — от «измерение».

Свидетельством всемирного признания эконометрики является присуждение шести нобелевских премий по экономике за разработки в этой области: премия 1969 г. была присуждена Р. Фишеру и Я. Тинбергену за разработку математических методов анализа экономических данных; премия 1980 г. — Л.Клейну за построение макроэконометрических моделей, основанных на системах эконометрических уравнений; премия 1981 г. — Д. Тобину за регрессию с цензурированной зависимой переменной, которую по его имени называют тобит; премия 1989 г. — Т. Хаавелмо за анализ и оценивание систем одновременных уравнений; премия 2000 г. — Дж. Хекману и Д. Макфаддену за разработку теорию и методов, широко использующихся в статистическом анализе поведения индивидуумов и семейных хозяйств; премия 2003 г. — Р. Энглу и К. Грэнжеру за работы в области коинтеграции временных рядов.

1. Основные этапы развития эконометрики

Первые попытки количественных исследований в экономике относятся к XVII в. У. Петти, Ч. Давенант, Г. Кинг использовали конкретные экономические данные в своих исследованиях, в первую очередь, при расчете национального дохода.

В 1911 г. выходит книга американского экономиста Г. Мура «Законы заработной платы: эссе по статистической экономике». В этой Г. Мур провёл анализ рынка труда, показал, что с помощью сложных математических построений, основанных на фактических данных, можно разработать основу для социальной политики. В это же время итальянский экономист Р. Бенини впервые использовал множественную регрессию при оценке функции спроса.

Важным этапом формирования эконометрики явилось построение экономических барометров. Построение экономических барометров основано на идее того, что существуют показатели, которые изменяются раньше других и поэтому могут служить сигналами изменений последних. Первым и самым известным стал Гарвардский барометр, который был создан в 1903 году под руководством У. Персонса и У. Митчелла. Он состоял из кривых, характеризующих фондовый, товарный и денежный рынки. Каждая из этих кривых представляла собой среднюю арифметическую из входящих в неё нескольких показателей. Эти ряды предварительно обрабатывались путем исключения тенденции, сезонности и приведения колебаний отдельных кривых к сравнимому масштабу колеблемости.

К 1930-м годам сложились все предпосылки для выделения эконометрики в отдельную науку. 29 декабря 1930 г. по инициативе И. Фишера, Р. Фриша, Я. Тинбергена, Й. Шумпетера, О. Андерсона и других учёных было создано эконометрическое общество. В 1933 г. Р. Фриш основал журнал «Эконометрика», который и сейчас имеет большое значение для развития эконометрики. А уже в 1941 г. появляется первый учебник по новой научной дисциплине, написанный Я. Тинбергенем. В 1969 г. Фриш и

Тинберген стали первыми исследователями, получившими Нобелевскую премию по экономике.

В 1980 г. вторую эконометрическую Нобелевскую премию по экономике получил американский экономист Лоуренс Клейн за создание экономических моделей и их применение к анализу колебаний экономики и экономической политики. Совместно с А. Голдбергом создал одну из самых известных моделей американской экономики, известной как «модель Клейна–Голдберга». Она состояла из взаимосвязанных одновременных и направленных рядов уравнений, решение которых давало картину производства в стране. Клейн также организовал широко известный проект «Линк» для интеграции статистических моделей разных стран в единую общую систему с целью улучшения понимания международных экономических связей и прогнозирования в области мировой торговли. В это время активно развивалась не только макро-, но микроэконометрика. Пионерами этого направления выступили Д. Хэкман и Д. Макфадден. Они разработали теорию и методы, которые широко используются в статистическом анализе поведения индивидуумов и домохозяйств как в экономике, так и в других общественных науках.

Важным событием для развития эконометрики стало появление компьютеров. Стимулировало эконометрические исследования и бурное развитие финансовых рынков и производных инструментов. Это привело лауреата Нобелевской премии по экономике за 1981 год Дж. Тобина к разработке моделей с использованием цензурированных данных.

Большое влияние на современную эконометрику оказал и Хаавельмо. Хаавельмо показал, как можно использовать методы математической статистики для того, чтобы получать обоснованные заключения о сложных экономических взаимосвязях исходя из случайной выборки эмпирических наблюдений. Эти методы можно, кроме того, использовать для оценивания соотношений, полученных на основе экономических теорий, и для проверки этих теорий. В 1989 г. ему присудили Нобелевскую премию по экономике

«за прояснение вероятностных основ эконометрики и анализ одновременных экономических структур».

Сегодня эконометрика занимает достойное место в ряду экономических наук. В мире выпускается ряд научных журналов, полностью посвящённых эконометрике, в том числе: Journal of Econometrics (Швеция), Econometric Reviews (США), Econometrica (США), Sankhya. Indian Journal of Statistics. Ser.D. Quantitative Economics (Индия), Publications Econometriques (Франция). Эконометрику изучают в ведущих мировых университетах, пришло понимание, что без эконометрических методов невозможно проводить современный макро- и микроэкономический анализ.

На русском языке также существуют специализированные журналы. К ним относятся «Прикладная эконометрика» и «Квантиль». Отдельные публикации по эконометрике появляются в журналах «Экономика и математические методы», «Вопросы статистики», «Вопросы экономики» и некоторых других.

Ранее в России по ряду причин эконометрика не была сформирована как самостоятельное направление научной и практической деятельности. Хотя в настоящее время начинают разворачиваться эконометрические исследования. В связи с этим начинается широкое преподавание этой дисциплины. [6]

2. Основные понятия

Эконометрика — наука, изучающая количественные и качественные экономические взаимосвязи с помощью математических и статистических методов и моделей.

Эконометрическое моделирование — исследование объектов на основе их статистических моделей, а также построение и изучение моделей реально существующих экономических процессов или явлений. Целью исследования является получение объяснений этих явлений, а также предсказание их будущего состояния.

Примером эконометрической модели может послужить функция потребления Кейнса: $Y = b_1 + b_2 \cdot X + u$. В этой модели Y — расходы, X — доход, b_1 и b_2 — параметры уравнения, u — случайная ошибка. Оценка параметров эконометрических моделей производится с помощью статистических методов, в частности при помощи регрессионного анализа.

Регрессионный (линейный) анализ — статистический метод исследования зависимости между зависимой переменной Y и одной или несколькими независимыми переменными X_1, X_2, \dots, X_p .

В зависимости от количества факторов, включенных в уравнение регрессии, принято различать простую (парную) и множественную регрессии.

Парная регрессия - это регрессия между двумя переменными – y и x , т.е. модель вида $y = f(x)$, где y – зависимая переменная (результативный признак); x – независимая переменная (признак-фактор).

Множественная регрессия – регрессия результативного признака с числом факторов $p \geq 2$ т.е. модель вида $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)$.

График регрессии называется **линией регрессии** или **уравнением регрессии**.

Построение уравнения регрессии осуществляется в два этапа:

1. спецификация модели (определение вида аналитической зависимости).
2. оценка параметров выбранной модели.

Спецификация модели – это формулировка вида модели. Парная регрессия применяется, если имеется доминирующий фактор, который и используется в качестве объясняющей переменной.

Оценка параметров модели. Для оценки параметров регрессий, линейных по параметрам, используется метод наименьших квадратов (МНК).

Линейная модель множественной регрессии. В линейной множественной регрессии $Y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_p \cdot x_p$ коэффициенты

$$b = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x^2} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x^2},$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x},$$

где $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$, $\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i$, $\overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$, n - число

наблюдений. Для фактор-признака: дисперсия $\sigma_x^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2$,
среднеквадратическое отклонение - это квадратный корень из дисперсии:

$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2}$. Для результатного признака дисперсия - $\sigma_y^2 = \overline{y^2} - \bar{y}^2$,
среднеквадратическое отклонение - $\sigma_y = \sqrt{\sigma_y^2}$.

После выбора вида уравнения регрессии и нахождения его параметров (регрессионный анализ) начинают второй этап – корреляционный анализ. В нем дается оценка тесноты связи и значимость связи переменных.

Тесноту связи изучаемых явлений оценивает линейный коэффициент парной корреляции r_{xy} для линейной регрессии ($-1 \leq r_{xy} \leq 1$):

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Чем ближе r_{xy} к 1, тем теснее зависимость между x и y . И, наоборот, чем ближе r_{xy} к 0, тем слабее связь между x и y .

Чтобы оценить качество подбора линейной функции рассчитывается коэффициент детерминации, а также средняя ошибка аппроксимации, средний коэффициент эластичности, F-тест.

Коэффициент детерминации характеризует долю дисперсии результативного признака y , объясняемого регрессией, в общей дисперсии результативного признака. Общая формула для вычисления коэффициента детерминации:

$$R_{yx}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

где y_i — наблюдаемое значение зависимой переменной, а \hat{y}_i — значение зависимой переменной предсказанное по уравнению регрессии, \bar{y} — среднее арифметическое зависимой переменной.

Если коэффициент детерминации лежит в пределах от 0,7 до 0,9, то теснота связи считается высокой; если от 0,9 до 0,99 — то весьма высокой (шкала Чеддока). Например, если $R_{yx}^2 = 0,99$, то уравнение регрессии объясняет 99% дисперсии результативного признака, а на долю прочих неучтенных факторов приходится лишь 1% ее дисперсии (остаточная дисперсия). При значениях показателя тесноты связи меньше 0,7 на долю вариации факторных признаков приходится меньшая часть по сравнению с остальными неучтенными в модели факторами, влияющими на изменение результативного показателя. Построенные при таких условиях регрессионные модели имеют низкое практическое значение.

Средняя ошибка аппроксимации — среднее отклонение расчетных значений от фактических:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}_x}{y} \right| \times 100 \%$$

Допустимый предел значений \bar{A} — не более 8–10 %.

Средний коэффициент эластичности $\bar{\varepsilon}$ оценивает силу влияния фактора на результат и показывает, на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат y от своей средней величины при изменении фактора x на 1 % от своего среднего значения:

$$\bar{\varepsilon}_{yx} = f'(x) \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$$

F-тест оценивает качество уравнения регрессии. В сравняется значение фактического $F_{\text{факт}}$ и табличного $F_{\text{табл}}$ значений F -критерия Фишера. $F_{\text{факт}}$ определяется так:

частные определители системы. Частные определители получаются путем замены соответствующего столбца матрицы определителя системы данными левой части системы.

6. Уравнение регрессии в стандартизованном масштабе

Возможен и иной подход к определению параметров множественной регрессии, когда на основе матрицы парных коэффициентов корреляции строится *уравнение регрессии в стандартизованном масштабе*:

$$t_y = \beta_1 t_{x_1} + \beta_2 t_{x_2} + \dots + \beta_p t_{x_p},$$

где $t_y = \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}$, $t_{x_i} = \frac{x - \bar{x}_i}{\sigma_{x_i}}$ – стандартизованные переменные.

β_i – стандартизованные коэффициенты регрессии определяются из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} r_{yx_1} = \beta_1 + \beta_2 r_{x_2 x_1} + \beta_3 r_{x_3 x_1} + \dots + \beta_p r_{x_p x_1}, \\ r_{yx_2} = \beta_1 r_{x_2 x_1} + \beta_2 + \beta_3 r_{x_3 x_2} + \dots + \beta_p r_{x_p x_2}, \\ \dots \\ r_{yx_p} = \beta_1 r_{x_p x_1} + \beta_2 r_{x_p x_2} + \beta_3 r_{x_p x_3} + \dots + \beta_p. \end{cases}$$

Следует отметить, что величины r_{yx_i} и $r_{x_i x_j}$ называются **парными коэффициентами корреляции** и определяются по формулам

$$r_{yx_i} = \frac{\overline{yx_i} - \bar{y} \cdot \bar{x}_i}{\sigma_y \sigma_{x_i}}, \quad r_{x_i x_j} = \frac{\overline{x_i x_j} - \bar{x}_i \cdot \bar{x}_j}{\sigma_{x_i} \sigma_{x_j}}.$$

Связь коэффициентов множественной регрессии b_i со стандартизованными коэффициентам β_i описывается соотношением:

$$b_i = \beta_i \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_i}}.$$

Параметр a определяется так: $a = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - \dots - b_p \bar{x}_p$.

Для того, чтобы рассчитать относительную силу влияния факторов на результатный признак y рассчитываются *средние коэффициенты эластичности* для линейной регрессии по формуле:

$$\bar{\varepsilon}_{yx_i} = b_j \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}.$$

Тесноту совместного влияния факторов на результат оценивает линейный коэффициент (*индекс*) *множественной корреляции*. Для уравнения в стандартизованном масштабе линейный коэффициент *множественной корреляции* выглядит так:

$$R_{yx_1x_2\dots x_p} = \sqrt{\sum \beta_i r_{yx_i}}.$$

Значение индекса множественной корреляции лежит в пределах от 0 до 1. Качество построенной модели в целом оценивает *коэффициент (индекс) множественной детерминации* R^2 , который рассчитывается как квадрат индекса множественной корреляции. Чем он ближе к 1, тем связь между признаками теснее.

Значимость уравнения множественной регрессии в целом оценивается с помощью F -критерия Фишера. Фактическое значение критерия определяется по формуле:

$$F_{\text{факт}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m},$$

где n – число наблюдений; m – число параметров при переменных x в уравнении регрессии.

$F_{\text{табл}}(\alpha; k_1; k_2)$ определяется по уровню значимости α (который обычно принимается равным 0,05 или 0,01), числу степеней свободы $k_1 = m$ и числу степеней свободы $k_2 = n - m - 1$. Таблица для определения $F_{\text{табл}}$ приведена в приложении А.

Если $F_{\text{табл}} < F_{\text{факт}}$, то вероятностью $p = 1 - \alpha$ можно сделать вывод о статистической значимости уравнения в целом и показателя тесноты связи.

Частный F -критерий оценивает статистическую значимость присутствия каждого из факторов в уравнении. Фактическое значение для него определяется по формуле:

$$F_{x_i \text{факт}} = \frac{R_{yx_1 \dots x_i \dots x_p}^2 - R_{yx_1 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_p}^2}{1 - R_{yx_1 \dots x_i \dots x_p}^2} \cdot \frac{n - m - 1}{1}.$$

Если фактор-признаков два, то можно дать следующую интерпретацию частным F-критериям: F_{x_1} оценивает целесообразность включения в уравнение фактора x_1 после того, как в него был включен фактор x_2 . F_{x_2} оценивает целесообразность включения в уравнение фактора x_2 после того, как в него был включен фактор x_1 .

7. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация

При нелинейной зависимости признаков, приводимой к линейному виду, параметры множественной регрессии также определяются по МНК, но только он применяется не к исходной информации, а к преобразованным данным. Например, в степенной функции вида

$$Y = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_p^{b_p},$$

переменные выражаются в логарифмах, чтобы привести функцию к линейному виду:

$$\lg Y = \lg a + b_1 \cdot \lg x_1 + b_2 \cdot \lg x_2 + \dots + b_p \cdot \lg x_p.$$

Затем по МНК составляется система уравнений, ее решение соответствует параметрам преобразованной функции. Тогда уравнение исходной степенной функции находится через потенцирование преобразованной функции.

Также линеаризация может быть проведена введением в него новых переменных. Например, в нелинейном уравнении

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_1^2 + a_4 \cdot x_2^2$$

можно сделать замену $x_3 = x_1^2$, $x_4 = x_2^2$. В этом случае получается линейная регрессия с четырьмя фактор-признаками:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4.$$

- составляют приведенную форму модели и определяют численные значения ее параметров обычным МНК;
- выявляют эндогенные переменные, находящиеся в правой части структурного уравнения, параметры которого определяются двухшаговым МНК, и находят расчетные значения этих эндогенных переменных по соответствующим уравнениям приведенной системы;
- обычным МНК определяют параметры структурного уравнения, используя в качестве исходных данных фактические значения предопределенных переменных и расчетные значения эндогенных переменных, стоящих в правой части уравнения. [2, стр. 48]

9. Временные ряды

Временной ряд (ряд динамики) — это собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением (отчетом) на указанный с ним момент времени. Во временном ряде каждому отчету должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку. Временной ряд существенно отличается от простой выборки данных, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем.

Анализ временных рядов — совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для выявления структуры временных рядов и для их прогнозирования. Выявление структуры временного ряда необходимо для того, чтобы построить математическую модель того явления, которое является источником анализируемого временного ряда. Прогноз будущих значений временного ряда используется для эффективного принятия решений.

Временные ряды состоят из двух элементов:

- периода времени, за который приводятся числовые значения;
- числовых значений показателя, называемых уровнями ряда.

Примеры временных рядов. Временные ряды, как правило, возникают в результате измерения некоторого показателя. Это могут быть как показатели (характеристики) технических систем, так и показатели природных, социальных, экономических и других систем (например, погодные данные). Типичным примером временного ряда можно назвать биржевой курс, при анализе которого пытаются определить основное направление развития (тенденцию или тренда).

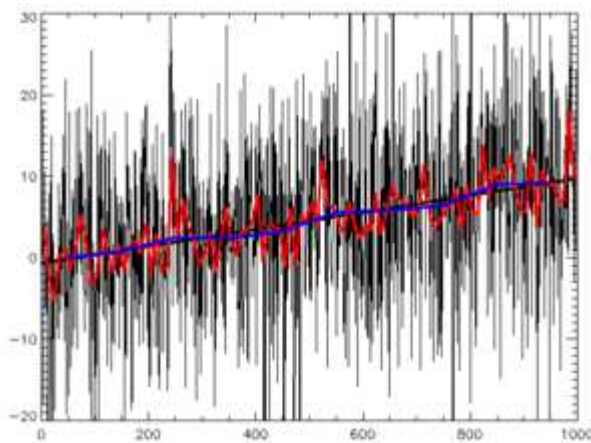


Рисунок 1. Пример временного ряда

10. Аналитическое выравнивание временного ряда

Аналитическое выравнивание временного ряда – построение аналитической функции, характеризующей зависимость элементов ряда от времени, или тренда.

Для построения тренда используются *функции*:

- линейная $\hat{y}_t = a + b \cdot t$;
- гипербола $\hat{y}_t = a + b/t$;
- экспонента $\hat{y}_t = e^{a+b \cdot t}$;
- степенная функция $\hat{y}_t = a \cdot t^b$;
- парабола второго и более высоких порядков

$$\hat{y}_t = a + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2 + \dots + b_k t^k$$
- другие виды функций.

Параметры трендов определяются обычным МНК, в качестве независимой переменной выступает время $t=1, 2, \dots, n$, а в качестве зависимой

переменной – фактические уровни временного ряда y_t . Для нелинейных трендов предварительно проводят стандартную процедуру их линейаризации.

При аналитическом выравнивании динамического ряда возникает проблема, связанная с выбором функции тренда. Подбор выравнивающей кривой может осуществляться на основе заранее заданных критериев. К ним относятся: качественный анализ изучаемого процесса; построение и визуальный анализ графика зависимости уровней ряда от времени; расчет некоторых основных показателей динамики; вычисление коэффициентов автокорреляции разного порядка; перебор основных форм тренда и выбор уравнения тренда по максимальному значению коэффициента детерминации; метод конечных разностей.

Достаточно часто критерием отбора наилучшей формы тренда является наибольшее значение скорректированного коэффициента детерминации \bar{R}^2 .

Тренд —долговременная тенденция изменения исследуемого временного ряда. Тренды могут быть описаны различными уравнениями — линейными, логарифмическими, степенными и т. д. Фактический тип тренда устанавливают на основе подбора его функциональной модели статистическими методами либо сглаживанием исходного временного ряда.

Тренд в *экономике* — направление преимущественного движения показателей. При восходящем тренде последующий пик на графике должен быть выше предыдущих, при нисходящем тренде последующие спады на графике должны быть ниже предыдущих. Выделяют тренды восходящий (бычий), нисходящий (медвежий) и боковой (флэт)- находящийся в некотором диапазоне.



Рисунок 2. Восходящая линия тренда

Линии тренда представляют собой геометрическое отображение средних значений анализируемых показателей, полученное с помощью какой-либо математической функции.

Каждый уровень временного ряда (F) формируется из большого количества факторов, которые можно разделить на 3 группы:

- 1) факторы, формирующие тенденцию ряда - *трендовая* (T) компонента;
- 2) факторы, формирующие циклические колебания - *циклическая* (S) компонента;
- 3) случайные факторы - *случайная* (E) компонента.

Чаще всего временные ряды содержат все три компоненты.

Если временной ряд – это сумма перечисленных компонент, то ему соответствует *аддитивная модель* вида: $F = T + S + E$. Если временной ряд – это произведение перечисленных компонент, то ему соответствует *мультипликативная модель* временного ряда : $F = T \cdot S \cdot E$.

Цель исследования - выявить и количественно выразить T , S и E , чтобы сделать прогноз на будущее.

11. Алгоритм построения модели

- 1) выравнивание исходного ряда методом скользящей средней;
- 2) расчет значений сезонной компоненты S ;

- 3) устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных в аддитивной $T + E$ или в мультипликативной $T \cdot E$ модели;
- 4) аналитическое выравнивание уровней $T + E$ или $T \cdot E$ и расчет значений T с использованием полученного уравнение тренда;
- 5) расчет полученных по модели значений $T + E$ или $T \cdot E$;
- 6) расчет ошибок E .

При наличии во временном ряде тенденции и циклических колебаний значения каждого последующего ряда зависят от предыдущих. Корреляционную зависимость между последовательными уровнями временного ряда называют *автокорреляцией уровней ряда*. Количественно ее измеряют при помощи коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени.

Автокорреляция первого порядка измеряет зависимость между соседними уровнями ряда. Ее формула:

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1) \cdot (y_{t-1} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)^2 \cdot \sum_{t=2}^n (y_{t-1} - \bar{y}_2)^2}},$$

где $\bar{y}_1 = \frac{\sum_{t=2}^n y_t}{n-1}$, $\bar{y}_2 = \frac{\sum_{t=2}^n y_{t-1}}{n-1}$.

Чем ближе автокорреляция первого порядка к 1, тем теснее зависимость между показателями текущего и предшествующего года, что говорит о наличии сильной линейной тенденции.

Есть автокорреляции и более высоких порядков.

Критерием отбора наилучшей формы тренда является наибольшее значение скорректированного коэффициента детерминации \bar{R}^2 .

Вопросы по дисциплине «Эконометрика»

1. Что такое эконометрика? Что она изучает? Основные этапы формирования эконометрики.
2. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение.
3. Виды регрессий. Конкретные примеры на каждый вид регрессии.
4. Что такое парная регрессия? Что такое множественная регрессия? В чем их разница?
5. Что такое парная линейная регрессия? Три класса нелинейных регрессий.
6. Метод наименьших квадратов (МНК). Конкретный пример на МНК.
7. Вычислительные формулы нахождения параметров a и b парной регрессии.
8. Оценка тесноты связи факторов в парной линейной регрессии? Конкретный пример.
9. Оценка тесноты связи факторов в парной нелинейной регрессии? Конкретный пример.
10. Оценка качества построенной парной регрессии. Допустимый предел.
11. Что такое средний коэффициент эластичности. Примеры.
12. В чем заключается основная задача дисперсионного анализа для парной регрессии? Пример.
13. Что характеризует долю дисперсии, объясняемую регрессией, в общей дисперсии Y ?
14. Какие зависимости наиболее характерны для построения множественной регрессии?
15. Система нормальных уравнений в МНК для линейной множественной регрессии.
16. Формулы для решения системы нормальных уравнений в МНК.
17. Привести вид уравнения линейной множественной регрессии (ЛМР), отличающийся от обычного.

18. Как связаны обычные коэффициенты ЛМР со стандартизированными?
19. Что такое средние коэффициенты эластичности, частные коэффициенты эластичности в ЛМР?
20. Как оценить тесноту совместного влияния факторов на результат в множественной регрессии?
21. В чем заключается проблема мультиколлинеарности факторов? Как ее оценить?
22. Виды эконометрических уравнений. Пример.
23. Конструкция строения системы взаимосвязанных уравнений. Пример.
24. Какая из систем эконометрических уравнений является структурной формой модели?
25. Эндогенные, экзогенные, predetermined переменные. Их смысл.
26. Приведенная форма модели. Пример.
27. Косвенный метод наименьших квадратов. Его этапы.
28. Двухшаговый метод наименьших квадратов. Его этапы.
29. Модель временного ряда. Формирование каждого уровня временного ряда.
30. Аддитивная, мультипликативная модели временного ряда. Примеры.
31. Основные этапы построения модели временного ряда.
32. Аналитическое выравнивание временного ряда. Примеры.
33. Нахождение параметров трендов. Каков критерий отбора наилучшего тренда?

Задания на самостоятельную работу

Задача 1

Построить графически поле корреляции фактор-признака и результативного признака. Рассчитать параметры a и b уравнения парной линейной регрессии. Оценить тесноту связи данных и качество построенной линейной модели.

Вариант 1. Торговое предприятие имеет несколько филиалов. Исследуется зависимость годового товарооборота отдельного филиала от размера торговой площади:

Торговая площадь	0,31	0,98	1,21	1,29	1,12	1,49	0,78	0,94	1,29	0,48	0,24
Товарооборот	2,93	5,27	6,85	7,01	7,02	8,35	4,33	5,77	7,68	3,16	1,52

Вариант 2. Торговое предприятие имеет несколько филиалов. Исследуется зависимость годового товарооборота отдельного филиала от среднедневной интенсивности потока покупателей:

Интенсивность потока	9,24	10,51	10,81	11,89	12,72	13,92	12,54	12,36	12,27	11,01	8,25
Товарооборот	2,93	5,27	6,85	7,01	7,02	8,35	4,33	5,77	7,68	3,16	1,52

Вариант 3. Исследуется зависимость себестоимости 1т. литья (Y) в руб. от выработки литья на одного рабочего (X) в тоннах по 11 литейным цехам заводов.

X	14,6	13,5	21,5	17,4	44,8	111,9	20,1	28,1	22,3	25,3	56,0
Y	239	254	262	251	158	101	259	186	204	198	170

Вариант 4. Исследуется зависимость себестоимости 1т. литья (Y) в руб. от брака литья (X) в тоннах по 11 литейным цехам заводов.

X	4,2	5,5	6,7	7,7	1,2	2,2	8,4	6,4	4,2	3,2	3,1
Y	239	254	262	251	158	101	259	186	204	198	170

Вариант 5. В таблице приведены данные о годовом потреблении свинины (Y) на душу населения в США (в фунтах) и оптовых ценах на свинину (в долларах за фунт) за период с 1948 по 1957.

X	0,54	0,47	0,46	0,45	0,43	0,5	0,52	0,53	0,51	0,55
Y	67,8	67,7	69,2	71,9	72,4	68,5	67	65,7	64,5	61,5

Вариант 6. В таблице приведены данные о размерах совокупного располагаемого дохода (X) и совокупных расходах на личное потребление (Y) в США за период с 1979 по 1988 год. Обе величины выражены в текущих долларах США.

X	695	751	810	914	998	1096	1194	1313	1474	1650
Y	621	672	737	811	887	976	1084	1204	1346	1506

Вариант 7. Приведены данные по располагаемому доходу домохозяйств (X) и затратам домохозяйств на розничные покупки (Y) за 10 лет.

X	9,09	9,14	9,1	9,28	9,23	9,35	9,53	9,76	10,28	10,67
Y	5,49	5,54	5,31	5,51	5,42	5,32	5,54	5,69	5,87	6,16

Вариант 8. По имеющимся статистическим данным исследуется зависимость между темпом прироста заработной платы (X) и уровнем безработицы (Y) в %.

Год	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
X	2,67	2,73	2,8	2,93	3,02	3,15	3,27	3,45	3,6	3,8
Y	1,8	1,9	1,8	1,85	1,7	1,5	1,25	1,4	1,3	1,2

Вариант 9. Анализируется зависимость между инфляцией (X) и безработицей (Y). Используются статистические данные за 10 лет.

X	5,12	4,08	3,07	2,54	3,38	2,2	0,7	1,1	0,93	1
Y	9,55	9,1	8,5	6,53	4,63	6,5	3,69	3,71	3,2	3,6

Вариант 10. В таблице приведены данные об изменении потребительского спроса (Y) на товар в зависимости от цены (X) в руб. в течении 10 недель.

X	17	17,5	18	19	19	20	21	22	23	23
Y	10	11	12	10	11	12	12	14	13	14

Задача 2

Имеются статистические данные, описывающие зависимость производительности труда в некоторой отрасли производства (Y) от удельного веса рабочих с технической подготовкой (X_1) и удельного веса механизированных работ (X_2). Построить уравнение множественной регрессии. Оценить качество построенной модели.

В таблице число V – последняя цифра в зачетной книжке.

№ завода	удельный вес рабочих с технической подготовкой %, (X_1)	удельный вес механизированных работ, % (X_2)	производительность труда (Y)
1	64+V	84+V	4350
2	61+V	83+V	4100
3	47+V	67+V	2950
4	46+V	63+V	2900
5	49+V	69+V	2950
6	54+V	70+V	3350
7	53+V	73+V	3410
8	61+V	81+V	4050

9	57+V	77+V	3650
10	54+V	72+V	3450
11	60+V	80+V	3950
12	67+V	83+V	4400
13	63+V	85+V	4220

Задача 3

В таблице представлена информация по пяти регионам относительно анализируемых признаков x_1 , x_2 , y_1 , y_2 . Структурная форма модели имеет

вид:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + \varepsilon_1 \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2 + \varepsilon_2 \end{cases}$$

Используя косвенный метод наименьших квадратов, оценить коэффициенты структурной модели.

Вариант 1				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	4	6	8	4
2	10	12	14	6
3	14	12	14	8
4	8	10	12	10
5	6	8	8	6
Вариант 3				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	10	8	4	14
2	4	2	10	6
3	8	6	2	10
4	2	4	6	4
5	6	4	8	8
Вариант 5				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	4	6	8	6
2	6	2	10	8
3	10	6	14	2
4	14	10	12	12
5	18	14	16	4

Вариант 2				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	4	6	10	8
2	8	6	4	10
3	6	4	6	10
4	12	10	8	16
5	10	8	12	14
Вариант 4				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	4	8	2	6
2	2	6	10	4
3	10	18	16	14
4	6	10	14	6
5	8	12	8	10
Вариант 6				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	12	8	10	2
2	4	2	8	4
3	16	12	14	10
4	8	4	6	6
5	6	2	4	12

Вариант 7				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	10	4	10	12
2	4	2	6	6
3	18	12	16	14
4	14	8	4	16
5	12	6	12	14
Вариант 9				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	12	6	14	16
2	6	4	8	4
3	14	8	16	10
4	8	2	10	6
5	16	10	12	8

Вариант 8				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	10	14	8	16
2	4	8	2	10
3	6	10	4	2
4	14	18	14	6
5	12	10	10	12
Вариант 10				
регион	y_1	y_2	x_1	x_2
1	4	6	16	8
2	8	10	6	10
3	14	18	10	18
4	6	8	8	10
5	12	14	4	16

Задача 4

Построить аддитивную модель временного ряда, выделив сезонную, трендовую и случайные компоненты.

В некоторой стране потребление электроэнергии за 2009 и 2010 годы имело в млн.квт/час следующие данные (по месяцам):

Вариант 1

мес. год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	2,46	3,18	3,84	3,33	3,18	3,45	3,09	4,26	3,51	3,66	5,01	6,57
2010	2,79	3,27	4,14	4,86	3,48	5,07	3,03	5,07	4,86	3,81	5,64	4,29

Вариант 2

мес. год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	40,14	39,66	37,74	35,85	34,11	33,69	33,3	32,91	32,88	32,85	32,82	33,18
2010	33,57	33,93	32,37	30,87	29,34	29,28	29,25	29,22	29,49	29,79	30,09	29,61

(Вариант 1 соответствует нечетному номеру зачетной книжки, а вариант 2 - четному).

Библиографический список

1. Безуглова, Н. П., Фетисов В.Г. Эконометрика: практич. пособ. для студентов очной и заочной форм обучения спец. 060400 "Финансы и кредит" и 060500 "Бухгалтерский учет и аудит" / Н. П. Безуглова, В. Г. Фетисов; М-во образования и науки РФ; ЮРГУЭС, ВИС (филиал) ЮРГУЭС. - Шахты: изд-во ЮРГУЭС, 2004. - 54 с. - Библиогр.: с. 54.
2. Эконометрика : практикум / В.Г. Фетисов, Н.П. Величко, С.В. Рубцова. – Шахты : ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2009. – 82 с.
3. Эконометрика: учебник для вузов / под ред. И. И. Елисеевой. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
4. Носко, В. П. Эконометрика для начинающих: основные понятия, элементарные методы, границы применимости, интерпретация результатов / В. П. Носко. - М.: ин-тут экономики переходного периода, 2000. - 252 с.
5. Практикум по эконометрике: учеб. пособ. / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Н. М. Гордиенко [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 192 с.
6. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Эконометрика>.
7. Рассказова Н.В. Эконометрика. Методические указания к лабораторным и курсовым работам. для студентов заочной формы обучения / Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск, 2007. 37 с.

Приложение А

Таблица значений критерия Фишера (F-критерия)

Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня значимости $\alpha = 0.05$

k1 - число степеней свободы большей дисперсии, k2 - число степеней свободы меньшей дисперсии

k2	k1										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20

Методические указания рекомендованы к внутривузовскому изданию решением Методического совета ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС» для студентов очной и заочной форм обучения направления 080100 «Экономика» бакалавриат. Протокол № __ от _____. 12 г. Согласовано на заседании НМСС, протокол № __ от _____. 12 г.

Ю.В. Никонорова

Эконометрика
Методические указания

Редактирование и корректура автора

—

Подписано к печати 00.00.12. Формат бумаги 60х 90 / 16. Объём 2 усл. п.л.
Тираж 100 экз. Заказ № 000/10.

347383, г. Волгодонск, Ростовской обл., пр. Мира, 16, ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»