

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»
(Самарский университет)

ЭКОНОМЕТРИКА. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний к лабораторным работам для студентов, обучающихся по программам высшего образования

Составители: А.П. Котенко
О.А. Кузнецова

Самара
Издательство Самарского университета
2016

УДК 33(075)

ББК 65в6

Составители: *А.П. Котенко, О.А. Кузнецова*

Рецензент профессор кафедры организации производства
Самарского университета Д. Ю. И в а н о в

Эконометрика. Временные ряды: метод. указания к лабораторным работам / сост. *А.П. Котенко, О.А. Кузнецова*. – Самара: Издательство Самарского университета, 2016. – 20 с.

Методические указания составлены применительно к учебному плану по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Бизнес-информатика». Учтены требования государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по вышеуказанным направлениям и стандарта организации СТО СГАУ 02068410-003–2016.

В методических указаниях приводятся методы решения эконометрических задач. Предназначены для очной, очно-заочной и вечерней форм обучения. Подготовлены на кафедре математических методов в экономике.

УДК 33(075)

ББК 65в6

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эконометрика – одна из базовых дисциплин экономического образования. В экономике в большинстве случаев между переменными величинами существуют зависимости, когда каждому значению одной переменной соответствует не какое-то определенное, а множество возможных значений другой переменной. Иначе говоря, каждому значению одной переменной соответствует определенное (условное) распределение другой переменной. Такая зависимость получила название статистической.

Задачами регрессионного анализа являются установление формы зависимости между переменными, оценка функции регрессии, оценка неизвестных значений (прогноз значений) зависимой переменной.

Переменные могут быть экзогенными (внешними, независимыми, объясняющими) – y либо эндогенными (внутренними, зависимыми, объясняемыми) – x .

В эконометрике используются пространственные и временные переменные. Пространственные данные характеризуют разные объекты за один и тот же период времени (средняя заработная плата по регионам). Временные данные характеризуют данные по одному и тому же объекту за разные периоды времени (динамика продаж предприятия).

Число наблюдений должно как минимум в 7 раз превышать количество экзогенных переменных.

ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ

Временной ряд – это совокупность наблюдений какого-либо показателя $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_N)$ за несколько последовательных **моментов** или **периодов** времени. Включает как динамические, так и статические последовательности уровней какого-либо показателя.

Динамические ряды – ряды уровней, в которых содержится тенденция изменения.

Интервальным вариационным рядом называют упорядоченную совокупность интервалов варьирования значений случайной величины с соответствующими частотами или относительными частотами попаданий в каждый из них значений величины.

Для построения интервального ряда необходимо:

- 1) определить **величину** частичных интервалов;
- 2) определить **ширину** интервалов;
- 3) установить для каждого интервала его **верхнюю и нижнюю границы**;
- 4) сгруппировать результаты наблюдений.

Динамический моментный ряд отражает значения показателей на определенном момент времени (дату времени).

Основные компоненты ряда:

- тренд;
- сезонность;
- случайная компонента.

Тренд – это долговременная тенденция изменения исследуемого временного ряда. Тренды могут быть описаны различными уравнениями – линейными, логарифмическими, степенными и так далее.

Сезонность – периодически колебания, наблюдаемые на временных рядах.

Каждый его **уровень** формируется из **трендовой** (T), **циклической** (S) и **случайной** (E) компонент.

Аддитивная модель: $Y = T + S + E$; мультипликативная модель: $Y = T \cdot S \cdot E$.

Стационарность и нестационарность временного ряда

Интуитивное представление – ряд имеет постоянное среднее значение и постоянную дисперсию. Однако необходимо учесть и менее очевидную внутреннюю связь между наблюдениями временного

ряда в разные моменты времени. Поэтому необходимо добавить требование **постоянства автокорреляционной функции по времени**.

Ряд $x(t)$ называется **строго стационарным (сильно стационарным, стационарным в узком смысле)**, если совместное распределение вероятностей m наблюдений $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_m)$ такое же, как и совместное распределение наблюдений $x(t_1 + \tau), x(t_2 + \tau), \dots, x(t_m + \tau)$ при любых $m, t_1, t_2, \dots, t_m, \tau$.

Таким образом, свойства строго стационарного временного ряда не меняются при изменении **начала отсчёта времени**. В частности, при $m = 1$ закон распределения $x(t)$ не зависит от t , а значит, не зависят от t мат. ожидание $Mx(t) = a = \text{Const}$ и дисперсия $Dx(t) = M(x(t) - a)^2 = \sigma^2 = \text{Const}$.

Выборочными оценками этих моментов являются **выборочное среднее**

$$\hat{a} := \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x(t)$$

и **выборочная дисперсия**

$$\hat{\sigma}^2 := \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x(t) - \hat{a})^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x^2(t) - \hat{a}^2$$

или **исправленная выборочная дисперсия**

$$s^2 := \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (x(t) - \hat{a})^2 = \frac{N}{N-1} \hat{\sigma}^2.$$

Проверка *строгой* стационарности на практике невозможна. Поэтому вводится ослабленное с точки зрения математической теории, но экономически обоснованное понятие *слабой* стационарности.

Ряд $x(t)$ называют **слабо стационарным (стационарным в широком смысле)**, если не зависят от времени его среднее значение и дисперсия.

Не удовлетворяющие этим определениям ряды называют **нестационарными**.

Из строгой стационарности очевидно следует слабая; обратное в общем случае неверно.

Автоковариация и автокорреляция

Из предположения о строгой стационарности временного ряда $x(t)$ при $m = 2$ следует совпадение совместных двумерных распреде-

лений пар СВ $(x(t_1), x(t_2))$ и $(x(\tau), x(t_2 - t_1 + \tau))$. Они зависят лишь от разности $t_2 - t_1$, но не от начала отсчёта t .

Тогда ковариация СВ $x(t)$ и $x(t \pm \tau)$ зависит только от сдвига по времени τ , но не от t .

Соответственно, **автоковариационная функция** $\gamma(\tau) := \text{cov}(x(t), x(t+\tau))$ будет зависеть только от сдвига τ и будет чётна: $\gamma(-\tau) = \gamma(\tau)$.

Метод скользящего среднего

Его идея заключается в замене исходного временного ряда $x(1), x(2), \dots, x(n)$ с дисперсией σ^2 **сглаженным рядом** из средних взятых соседних $2m + 1$ значений

$$\hat{f}(t) := \sum_{k=-m}^m w_k x(t+k), \quad t \in \overline{m+1, n-m}, \quad (1)$$

с **весовыми коэффициентами**

$$w_k \in [0,1]: \sum_{k=-m}^m w_k = 1$$

и меньшей дисперсией $\sigma^2 / (2m + 1)$.

При запуске t от $m + 1$ до $n - m$ «маска» для расчёта (1) скользит по оси времени так, что при каждом следующем пересчёте происходит замена только одного слагаемого $x(t - m)$ слагаемым $x(t + m + 1)$. Поэтому этот метод назван **методом скользящего среднего**.

Системы эконометрических уравнений; их классификация

Переменные, входящие в систему уравнений, подразделяют на **экзогенные, эндогенные** и лаговые (эндогенные переменные, влияние которых характеризуется некоторым запаздыванием, временным лагом τ).

Экзогенные и лаговые переменные называют **предопределёнными**, т. е. определёнными заранее.

Классификация переменных на эндогенные и экзогенные зависит от принятой теоретической концепции модели. Экономические показатели могут выступать в одних моделях как эндогенные, а в других как экзогенные переменные. Внеэкономические переменные (например, климатические условия, социальное положение, пол, возраст) входят в систему только как экзогенные переменные. В качестве экзогенных переменных могут рассматриваться значения эндогенных переменных за предшествующий период времени (*лаговые переменные*).

Структурная форма модели описывает реальное экономическое явление или процесс. При структурной форме в системе одни и те же переменные одновременно рассматриваются как зависимые в одних уравнениях и как независимые в других.

Классификация систем эконометрических уравнений:

1) **система независимых уравнений** – каждая зависимая переменная (y) рассматривается как функция одного набора регрессоров (x):

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ \dots \\ y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases}$$

Для её решения используется МНК;

2) **система рекурсивных уравнений** – зависимая переменная (y) одного уравнения является регрессором в следующем уравнении:

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ y_3 = b_{31}y_1 + b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3m}x_m + \varepsilon_3, \\ \dots \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{n,n-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases}$$

Для её решения используется МНК, который применяется к уравнениям системы по очереди, начиная с первого;

3) **система взаимосвязанных (одномоментных) уравнений** – зависимые переменные (y) в одних уравнениях входят в левую часть, а в других – в правую:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1n}y_n + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2n}y_n + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ \dots \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{n,n-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases}$$

Её называют ещё **структурной формой модели**, а её коэффициенты – **структурными**. МНК для её решения не применим, т.к. он даёт несостоятельные оценки идентифицируемых параметров.

Эндогенные переменные – взаимозависимые переменные (y), определённые внутри модели.

Экзогенные переменные – независимые переменные (x), определённые вне модели.

Предопределённые переменные – экзогенные и лаговые (за предыдущие моменты времени) эндогенные переменные системы.

Система линейных зависимостей всех эндогенных переменных от всех предопределённых называется **приведённой формой модели**:

$$\begin{cases} \tilde{y}_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \dots + \delta_{1m}x_m, \\ \tilde{y}_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \dots + \delta_{2m}x_m, \\ \dots \\ \tilde{y}_n = \delta_{n1}x_1 + \delta_{n2}x_2 + \dots + \delta_{nm}x_m. \end{cases}$$

Её коэффициенты называются **приведёнными**.

Идентифицируемость и идентификация уравнений системы

Идентифицируемость системы уравнений – возможность определения коэффициентов системы уравнений.

Идентификация системы уравнений – процесс проверки идентифицируемости каждого уравнения системы.

Задача идентификации системы уравнений сводится к корректной и однозначной оценке ее коэффициентов.

Счётное правило (необходимое условие идентифицируемости):

$D+1=H$ – уравнение идентифицируемо;

$D+1<H$ – уравнение неидентифицируемо;

$D+1>H$ – уравнение сверхидентифицируемо;

где H – число эндогенных переменных в уравнении;

D – число предопределённых переменных системы, отсутствующих в уравнении.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.
ВРЕМЕННЫЕ (ДИНАМИЧЕСКИЕ) РЯДЫ
В ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Цель работы: научиться определять наличие сезонности в данных и строить различные виды моделей временного ряда, характеризующие зависимость уровней ряда от времени. Освоить прогнозирование по построенной модели.

Исходные данные к работе: в табл. 1 приведены данные по статистике продаж за 4 года по месяцам.

Таблица 1. Динамика продаж товара

Месяц	Объём продаж 2010	Объём продаж 2011	Объём продаж 2012	Объём продаж 2013
1	40,98	43,632	50,118	49,134
2	37,086	40,668	46,992	44,682
3	42,522	46,932	52,992	50,922
4	48,99	50,244	59,706	59,202
5	50,79	54,432	63,846	61,53
6	57,882	61,506	67,536	73,71
7	62,814	66,198	68,562	69,84
8	64,506	65,31	68,364	69,48
9	59,796	62,016	64,008	74,52
10	49,182	54,672	56,394	57,84
11	41,106	46,128	46,668	48,582
12	42,18	45,63	47,616	55,698

Порядок выполнения работы:

1. Определить автокорреляцию ряда, пользуясь вспомогательными табл. 2, 3 и 4.

Автокорреляция – статистическая взаимосвязь между случайными величинами из одного ряда, но взятых со сдвигом, например, для случайного процесса – со сдвигом по времени.

Таблица 2. Вспомогательная таблица для расчета коэффициента автокорреляции первого порядка временного ряда

t	Y_t	Y_{t-1}	$Y_{t-1} - Y_{tcp}$	$Y_{t-1} - Y_{t-1cp}$	$(Y_{t-1} - Y_{tcp})^2$	$(Y_{t-1} - Y_{t-1cp})^2$	$(Y_t - Y_{tcp})^2 \times (Y_{t-1} - Y_{t-1cp})^2$
Сумма							
Среднее							

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

$$\bar{y}_1 = \frac{\sum_{t=2}^n y_t}{n-1}; \quad \bar{y}_2 = \frac{\sum_{t=2}^n y_{t-1}}{n-1};$$

Таблица 3. Вспомогательная таблица для расчета коэффициента автокорреляции первого порядка временного ряда

t	Y_t	Y_{t-2}	$Y_{t-2} - Y_{3cp}$	$Y_{t-2} - Y_{4cp}$	$(Y_{t-2} - Y_{3cp})^2$	$(Y_{t-2} - Y_{4cp})^2$	$(Y_t - Y_{3cp})^2 \times (Y_{t-2} - Y_{4cp})^2$
Сумма							
Среднее							

$$r_2 = \frac{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3) \cdot (y_{t-2} - \bar{y}_4)}{\sqrt{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3)^2 \cdot \sum_{t=2}^n (y_{t-2} - \bar{y}_4)^2}},$$

$$\bar{y}_3 = \frac{\sum_{t=3}^n y_t}{n-2}; \quad \bar{y}_4 = \frac{\sum_{t=3}^n y_{t-2}}{n-2};$$

Построить коррелограмму временного ряда (табл. 4).

Коррелограмма показывает коэффициенты автокорреляции для последовательности лагов из определенного диапазона.

Таблица 4. Вспомогательная таблица для построения коррелограммы

Лаг	Коэффициент автокорреляции	Коррелограмма
1	0,43	****
2	0,57	*****

Выделить уравнение линии тренда.

Для этого необходимо провести выравнивание исходных данных методом скользящей средней. Построить по полученным значениям график, вывести уравнение тренда.

2. Рассчитать значения сезонной компоненты S , пользуясь вспомогательной табл. 5 и 6.

Таблица 5. Вспомогательная таблица для расчета сезонной компоненты

t	y_t	Итого за 4 квартала	Скользящая средняя	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты

Центрированная скользящая средняя – среднее значение из двух последовательных скользящих средних.

Оценка сезонной компоненты – разность между фактическими уровнями ряда и центрированными скользящими средними.

Таблица 6. Вспомогательная таблица для расчета значений сезонной компоненты в аддитивной модели

Показатели	год	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв
	1	-	-		
	2				
	3			-	-
Итого за i кв					
Средняя оценка сезонной компоненты для i квартала, S_{cp}					
Скорректированная сезонная компонента, S_i					

Определить корректирующий коэффициент: $\sum S_i$ *ср* должна быть равна нулю.

$$k = \frac{\sum \bar{S}_i}{m},$$

где m – количество периодов сезонности.

Скорректированная сезонная компонента считается по формуле

$$S'_i = \bar{S}_i - k.$$

Проверить условие равенства нулю суммы значений сезонной компоненты.

3. Рассчитать значения тренда и ошибки модели, используя табл. 7.

Таблица 7. Вспомогательная таблица для расчета ошибки аддитивной модели

t	Y_t	S_t	$T + E = y_t - S_t$	T	$T + S$	$E = y_t - (T + S)$	E^2

Значения тренда найти с помощью уравнения линейного тренда.

Найти значения тренда с учётом сезонной компоненты $T + S$.

Найти абсолютную ошибку.

Она используется для оценки качества построенной модели.

$$\varepsilon = \frac{\sum E^2}{\sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2} = 0,239.$$

4. Сделать прогноз продаж.

Определить объём продаж по уравнению тренда путём подстановки числового значения периода.

Взять значение сезонной компоненты для соответствующего периода.

Подставить значения в модель.

Построение мультипликативной модели временного ряда

Для этого необходимо провести выравнивание исходных данных методом скользящей средней.

5. Рассчитать значения сезонной компоненты S , используя вспомогательные табл. 8, 9 и 10.

Таблица 8. Вспомогательная таблица для расчета сезонной компоненты

t	yt	Итого за 4 квартала	Скользящая средняя	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты

Центрированная скользящая средняя – среднее значение из двух последовательных скользящих средних.

Оценка сезонной компоненты – частное от деления фактическими уровнями ряда на центрированные скользящие средние.

Таблица 9. Вспомогательная таблица для расчета значений сезонной компоненты в мультипликативной модели

Показатели	год	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв
	1	-	-		
	2				
	3			-	-
	4				
Итого за i кв					
Средняя оценка сезонной компоненты для i квартала, S_{cp}					
Скорректированная сезонная компонента, S_i					

Определить корректирующий коэффициент: $\sum S_{icp}$ должна быть равна нулю.

$$k = \frac{m}{\sum \bar{S}_i},$$

m – количество периодов сезонности.

Скорректированная сезонная компонента

$$S'_i = \bar{S}_i \cdot k.$$

Проверить условие равенства нулю суммы значений сезонной компоненты:

6. Рассчитать значения тренда и ошибки модели, используя табл. 10.

Таблица 10. Вспомогательная таблица для расчета выровненных значений T и ошибки E в мультипликативной модели

t	Y_t	S_t	$T \cdot E = y_t / S_t$	T	$T \cdot S$	$E = y_t / (T \cdot S)$	E^2

Значения тренда найти с помощью уравнения линейного тренда.

Найти значения тренда с учётом сезонной компоненты $T \cdot S$.

7. Найти абсолютную ошибку.

Она используется для оценки качества построенной модели.

$$\varepsilon = \frac{\sum E^2}{\sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2} = 0,239.$$

8. Сделать прогноз продаж аналогично п. 4.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. СИСТЕМА ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Цель работы: научиться проводить идентификацию структурной модели системы уравнений. Научиться определять структурные коэффициенты системы уравнений, исходя из приведённой формы модели.

Исходные данные к работе: данные по вариантам приведены в табл. 11.

Порядок выполнения работы:

1. Провести идентификацию структурной модели (табл. 11).

Таблица 11. Системы структурных уравнений для идентификации

<p>Вариант 1.</p> $y_1 = b_{11}y_3 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 2.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 3.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{12}y_2 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$
<p>Вариант 4.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 5.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 6.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$
<p>Вариант 7.</p> $y_1 = a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 8.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 9.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{12}y_2 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = a_{31}x_1 + a_{33}x_3$
<p>Вариант 10.</p> $y_1 = a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 11.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = a_{31}x_1 + a_{33}x_3$	<p>Вариант 12.</p> $y_1 = b_{12}y_2 + a_{12}y_2 + a_{13}x_3$ $y_2 = b_{23}y_3 + a_{22}x_2$ $y_3 = b_{31}y_1 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3$

Проидентифицировать каждое уравнение, для чего воспользоваться формулой:

$$M - m = k - 1,$$

где M – количество предопределённых переменных в системе; m – количество предопределённых переменных в уравнении; k – количество y в уравнении.

Найти $M_1, M_2, M_3, m_1, m_2, m_3, K_1, K_2, K_3, k_1, k_2, k_3$.

Сравнить две разницы и поставить знак ($>$, $=$, $<$).

1) $M_1 - m_1$ и $k - 1$;

2) $M_2 - m_2$ и $k - 1$;

3) $M_3 - m_3$ и $k - 1$.

По знаку определить, является ли каждое уравнение идентифицируемым, неидентифицируемым или сверхидентифицируемым.

Определить идентифицируемость всей модели.

2. Найти структурные коэффициенты системы уравнений, исходя из приведённой формы модели.

$$y_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3$$

$$y_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3$$

$$y_3 = \delta_{32}x_1 + \delta_{31}x_2 + \delta_{33}x_3.$$

Коэффициенты δ подставляются в соответствии с номером варианта (табл. 12).

Таблица 12. Исходные данные по вариантам для приведённой формы модели

Вариант 1	2; 4; 10 3; -6; 2 -5; 8; 5	Вариант 2	2; 6; -5 -3; 4; 2 5; 8; -10
Вариант 3	-2; 4; 10 3; 6; 2 5; -8; 5	Вариант 4	2; 8; 10 3; -4; 2 -5; 6; 5
Вариант 5	2; 4; -10 3; 6; -2 5; 8; 5	Вариант 6	3; 4; 10 2; -5; 2 -6; 8; 5
Вариант 7	2; 6; 5 3; 4; 2 5; 8; 10	Вариант 8	3; 4; 10 2; 5; 2 6; 8; 5
Вариант 9	2; 6; -5 -3; 4; 2 5; 8; 10	Вариант 10	3; 4; -10 2; 5; 2 -6; 8; 5
Вариант 11	2; 6; -5 3; 4; 2 5; -8; 10	Вариант 12	-3; 4; 10 2; 5; -2 6; 8; 5

3. Сделать выводы по работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С.А. Эконометрика. Краткий курс. М.: Маркет Дс, 2010. 104 с.
2. Айвазян С.А. Эконометрика-2. Продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник. Магистр, 2014. 944 с.
3. Бородич С.А. Эконометрика: практикум. М.: ИНФРА-М, 2014. 329 с.
4. Буравлёв А. Эконометрика: учеб. пособие. М.: Бином, 2012. 166 с.
5. Герасимов А.Н., Гладилин А.В. Эконометрика. Теория и практика. КноРус, 2011.
6. Гладилин А.В., Герасимов А.Н., Громов Е.И. Эконометрика. М.: Феникс, 2011. 304 с.
7. Горлач Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 320 с.
8. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика / под ред. Н.Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ, 2010. 328 с.
9. Клентак Л.С. Элементы теории вероятностей и математической статистики: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. 156 с.
10. Костромин А.В. Эконометрика. Изд-во: КноРус, 2015. 232 с.
11. Новиков А.И. Эконометрика. М.: ИНФРА-М, 2014. 272 с.
12. Озерная С. А. Эконометрика: метод. указания к лабораторному практикуму по специальностям «Бизнес-информатика», «Менеджмент», «Финансы и кредит». Самара, 2013. 76 с.
13. Соколов Г.А. Эконометрика. Теоретические основы: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012. 216 с.
14. Эконометрика / под ред. член-корреспондента РАН И.И. Елисевой. М.: Изд-во Юрайт, 2012. 453 с.

15. Тимофеев В.С., Фаддеенков А.В., Щеколдин В.Ю. Эконометрика: учебник для бакалавров. М.: Изд-во Юрайт, 2013. 328 с.

16. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник для магистров. М.: Изд-во Юрайт, 2014. 449 с.

Учебное издание

ЭКОНОМЕТРИКА. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ

Методические указания к лабораторным работам

Составители: *Котенко Андрей Петрович,*
Кузнецова Ольга Александровна

Редактор Ю.Н. Литвинова
Доверстка Т.С. Зинкина

Подписано в печать 20.08.2016. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,25.
Тираж 100 экз. Заказ . Арт. – 62/2016.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»
443086 САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34

ИЗДАТЕЛЬСТВО САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
443086 САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34

