

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



«СИСТЕМЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ УРАВНЕНИЙ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

по дисциплине «Эконометрия»

для студентов специальностей:

7.050201 – «Менеджмент организаций»,

7.050104 – «Финансы»

7.050106 – «Учет и аудит»

7.050107 – «Экономика предприятия»

всех форм обучения

Севастополь
2007



УДК 681.5.015.:330.43

«Системы одновременных уравнений: идентификация коэффициентов» методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Эконометрия» для студентов специальностей: 7.050201 – «Менеджмент организаций», 7.050104 – «Финансы», 7.050106 – «Учет и аудит», 7.050107 – «Экономика предприятия» всех форм обучения / Сост. А.Д. Горобец. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007г. – 16с.

Методические указания подготовлены с целью закрепления теоретических знаний и получения практических навыков при проведении анализа систем одновременных уравнений. Методические указания предназначены для студентов экономических специальностей всех форм обучения.

Методические указания утверждены на заседании кафедры менеджмента и экономико-математических методов, (протокол № 6 от «16» февраля 2007г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензент:

Мараховская Т.А., доцент кафедры «Учет и аудит»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель работы.....	4
2. Теоретическая часть.....	4
2.1. Системы одновременных уравнений. Общие понятия.....	4
2.2. Условия идентифицируемости.....	5
2.3. Структурная и приведенная формы модели системы одновременных уравнений.....	8
3. Варианты заданий.....	10
4. Содержание отчета.....	13
5. Контрольные вопросы.....	13
Библиографический список.....	14

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания разработаны на основе материала из учебников Айвазяна С.А., Мхитаряна В.С. «Прикладная статистика и основы эконометрики» и Грубера Й., «Введение в эконометрию» посвященного системам одновременных уравнений. В частности из учебника Айвазяна С.А., Мхитаряна В.С. использовались основные теоретические положения, связанные с системами одновременных уравнений, а из учебника Грубера Й. была взята базовая макроэкономическая модель Людеке для выполнения лабораторной работы. Кроме того, автором методических указаний была переработана информация из учебника Магнуса Я.Р., Катышева П.К., Пересецкого А.А. «Эконометрика. Начальный курс», посвященная методам оценивания структурных параметров систем одновременных уравнений.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение теоретических знаний и практических навыков для анализа систем одновременных уравнений.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Системы одновременных уравнений. Общие понятия

Системы одновременных уравнений (СОУ) - это математический аппарат многомерного статистического анализа, который является одним из разделов прикладной статистики и служит для исследования многопараметрических и многосвязных объектов управления. Наиболее характерными примерами которых являются экономические системы, такие как макроэкономика государства, модели спроса и предложения определенных товаров и услуг. В общем виде СОУ может быть представлена следующим образом:

$$BY_t + CX_t = U_t, \quad t = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где $B = (\beta_{ij})$ - матрица размерности $m \times m_Y$ ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, m_Y$) коэффициентов при m_Y эндогенных переменных $Y_t = (y_t^{(1)}, y_t^{(2)}, \dots, y_t^{(m_Y)})^T$; $C = (c_{ij})$ - матрица размерности $m \times p$ (т. е. $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, p$) коэффициентов при p предопределённых переменных $X_t = (x_t^{(1)}, x_t^{(2)}, \dots, x_t^{(p)})$, в состав которых, если необходимо, включён и свободный член; а вектор столбец случайных остатков $U_t = (\delta_t^{(1)}, \delta_t^{(2)}, \dots, \delta_t^{(m)})^T$ удовлетворяет в общем случае следующим условиям: $E_t = 0_m$; ковариационная матрица остатков $\Sigma_U = E(U_t U_t^T)$ положительно определена и не зависит от t ; векторы U_{t1} и U_{t2} взаимно

некоррелированы при $t_1 \neq t_2$, а $\delta_t^{(i)}$ некоррелированы со всеми предопределёнными переменными системы, т. е. $E[\delta_t^{(i)} (x_t^{(j)} - E x_t^{(j)})] = 0$ при $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, p$. Коэффициенты β_{ij} нормированы с помощью условия $\beta_{ii} = 1$.

Таким образом рассматривается система из m уравнений, содержащая m_Y эндогенных и p предопределённых (т. е. экзогенных и лаговых эндогенных) переменных.

Необходимо по результатам n наблюдений над матрицей эндогенных переменных Y и предопределённых переменных X найти оценки неизвестных элементов матриц B и C , т.е. структурных коэффициентов системы (1).

При такой постановке задачи возникает две проблемы:

1) возможно ли вообще при заданном уровне априорной информации оценить элементы матриц B и C (параметрическая идентификация);

2) найти метод, дающий наилучшие в некотором смысле оценки элементов матриц B и C (проблема оценивания).

Можно сказать, что тот или иной структурный коэффициент идентифицируем, если он может быть вычислен на основе коэффициентов приведенной формы. Соответственно какое-либо уравнение в структурной форме модели будет называться идентифицируемым, если идентифицируемы все его коэффициенты. Необходимо подчеркнуть, что проблема идентифицируемости логически предшествует задаче оценивания, отсутствие идентифицируемости означает, что существует бесконечно много моделей, совместимых с имеющимися наблюдениями, и это никак не связано с количеством наблюдений.

Прежде всего, для того, чтобы мы могли уединить эндогенные переменные Y_t , выразив их через предопределённые переменные X_t (т. е. осуществить переход к приведённой форме и установить соотношение показывающие коэффициенты структурной и приведённой форм), необходимо потребовать, чтобы матрица B была квадратной и обратной (т. е. невырожденной).

2.2. Условия идентифицируемости

Так мы приходим к формулировке 1-го (необходимого) условия идентифицируемости:

Первое условие (необходимое) идентифицируемости: число уравнений системы (m) должно быть равно числу анализируемых эндогенных переменных (m_Y), т. е. $m = m_Y$, а матрица B должна быть невырожденной.

Тогда приведённая форма анализируемой системы будет иметь вид:

$$Y_t = \Pi X_t + V_t, \quad t=1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\Pi = -B^{-1}C, \quad (3)$$

где Π - матрица размерности $m \times p$ коэффициентов приведённой формы, а $V_t = (v_t^{(1)}, v_t^{(2)}, \dots, v_t^{(m)})^T = B^{-1}U_t$ - вектор столбец остатков.

Очевидно, необходимым условием возможности оценить все коэффициенты π_{ij} матрицы Π параметров приведённой формы (2) является требование, чтобы predetermined переменные X_t не были мультиколлинеарны.

Второе условие (необходимое) идентифицируемости: матрица наблюдений predetermined переменных $X = (x_t^{(j)})$, $t = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, p$, - размерности $n \times p$ должна иметь полный ранг p (очевидно при этом число наблюдений n должно существенно превышать полное число анализируемых переменных $m + p$).

Выведем еще два важных условия идентифицируемости отдельного уравнения системы (1). Для этого выпишем i -е уравнение этой системы, полагая (без ограничения общности), что анализируемые переменные системы перенумерованы таким образом, что участвующие в этом уравнении p_i predetermined переменных ($p_i \leq p$) и m_i эндогенных переменных ($m_i \leq m$) идут первыми в общих перечнях, соответственно, predetermined и эндогенных переменных. Тогда это уравнение может быть записано в виде:

$$(\beta_{i1} \dots \beta_{im}, 0 \dots 0)(y_t^{(1)} \dots y_t^{(m_i)} y_t^{(m_i+1)} \dots y_t^{(m)})^T + (c_{i1} \dots c_{ip_i}, 0 \dots 0)(x_t^{(1)} \dots x_t^{(p_i)} x_t^{(p_i+1)} \dots x_t^{(p)})^T = \delta_t^{(i)}, \quad (4)$$

или

$$\beta^T(i)Y_t(i) + c^T(i)X_t(i) = \delta_t^{(i)}, \quad (5)$$

где

$$\beta(i) = (\beta_{i1}, \dots, \beta_{im_i})^T, c(i) = (c_{i1}, \dots, c_{ip_i})^T, \quad (6)$$

$$Y_t(i) = (y_t^{(1)}, \dots, y_t^{(m_i)})^T, X_t(i) = (x_t^{(1)}, \dots, x_t^{(p_i)})^T.$$

Нас будут интересовать соотношения, связывающие между собой коэффициенты структурной и приведенной форм именно i -го уравнения системы (1) с точки зрения возможности однозначно выразить коэффициенты структурной формы $\beta(i)$ и $c(i)$ по известным значениям коэффициентов приведенной формы (т.е. по элементам матрицы Π из (2)). Для этого мы, конечно, используем в качестве отправного пункта базовое соотношение (3), а точнее, — эквивалентное ему соотношение:

$$B\Pi = -C. \quad (7)$$

Для того, чтобы извлечь отсюда интересующие нас соотношения, связывающие i -е строки матриц, стоящих в левой и правой частях (7), нам придется разбить матрицу Π на четыре блока двумя воображаемыми линиями: одна (горизонтальная) отделяет первые m_i строк от $m-m_i$ последующих, а вторая (вертикальная) — первые p_i столбцов от $p-p_i$ последующих:

$$\Pi_{m \times p} = \begin{bmatrix} \Pi(i)_{m_i \times p_i} & \bar{\Pi}_x(i)_{m_i \times (p-p_i)} \\ \bar{\Pi}_y(i)_{(m-m_i) \times p_i} & \bar{\Pi}_{xy}(i)_{(m-m_i) \times (p-p_i)} \end{bmatrix}$$

(под матрицами указаны их размерности).

Тогда мы можем записать приведенную форму (2) анализируемой СОУ в виде:

$$\begin{pmatrix} Y_t(i) \\ \bar{Y}_t(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Pi(i) & \bar{\Pi}_x(i) \\ \bar{\Pi}_y(i) & \bar{\Pi}_{xy}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_t(i) \\ \bar{X}_t(i) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_t^{(1)} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_t^{(m)} \end{pmatrix}, \quad (8)$$

где $Y_t(i)$ и $X_t(i)$ определены в (6), а $\bar{Y}_t(i) = (y_t^{(m_i+1)}, \dots, y_t^{(m)})^T$ и $\bar{X}_t(i) = (x_t^{(p_i+1)}, \dots, x_t^{(p)})^T$.

Теперь выпишем вытекающее из (3) равенство i -х строк ВП и -С:

$$\begin{pmatrix} \beta(i) \\ 0_{m-m_i} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \Pi(i) & \bar{\Pi}_x(i) \\ \bar{\Pi}_y(i) & \bar{\Pi}_{xy}(i) \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} c(i) \\ 0_{p-p_i} \end{pmatrix}^T. \quad (9)$$

Векторы $\beta(i)$ и $c(i)$ определены в (6).

Произведя перемножение матриц в левой части (9), получаем:

$$\begin{cases} \beta^T(i) \Pi(i) = -c(i), & (10) \\ \beta^T(i) \bar{\Pi}_x(i) = 0_{p-p_i}. & (11) \end{cases}$$

Мы получили систему уравнений, связывающих элементы i -й строки структурной формы СОУ с параметрами приведенной формы. Эта система, как мы видим, распалась на две подсистемы: (10) и (11). По-видимому, сначала надо попытаться решить подсистему (11) относительно

коэффициентов $\beta(i)$, а затем, подставив найденные решения в (10), решить эту подсистему относительно параметров $s(i)$.

Поэтому определим, в первую очередь, условия, при которых подсистема (11) имеет хотя бы одно решение. Соотношения (11) представляют собой систему из $p - p_i$ уравнений относительно $\beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{imi}$ с $m_i - 1$ неизвестными (поскольку в соответствии с условием нормировки один из коэффициентов β_{ij} - равен единице). Для того, чтобы параметры $\beta(i)$ в подсистеме (11) можно было бы выразить через элементы матрицы $\Pi_x(i)$, необходимо, чтобы число уравнений в (11) было бы не меньше числа неизвестных, т. е. $p - p_i \geq m_i - 1$.

Таким образом, мы пришли к еще одному необходимому условию идентифицируемости уравнения системы.

Третье условие (необходимое) идентифицируемости (правило порядка): число исключенных (при спецификации модели) из i -го уравнения системы predetermined переменных (т.е. число $(p - p_i)$) должно быть не меньше числа включенных в него эндогенных переменных, уменьшенного на единицу. Сформулированное условие называется правилом порядка. Заметим, что выполнение условия $p - p_i = m_i - 1$ является необходимым условием точной идентификации i -го уравнения, в то время как при $p - p_i > m_i - 1$ уравнение будет сверхидентифицируемым. Из анализа подсистемы уравнений (11) можно извлечь также необходимое и достаточное условие идентифицируемости i -го уравнения СОУ. Известно, в частности, что для разрешимости системы (11) относительно $\beta(i)$ необходимо и достаточно, чтобы матрица $\Pi_x(i)$ имела бы ранг, равный числу неизвестных (т.е. $m_i - 1$). Таким образом, получаем:

Четвертое условие идентифицируемости отдельного уравнения системы (условие называется ранговым и является необходимым и достаточным): ранг матрицы $\Pi_x(i) = m_i - 1$.

2.3 Структурная и приведенная формы модели системы одновременных уравнений

Рассмотрим простой пример системы одновременных уравнений, который демонстрирует основные проблемы, возникающие при попытке оценить неизвестные параметры. Предположим, что исследуется зависимость спроса и предложения некоторого товара от его цены и дохода — так называемые кривые спроса и предложения:

$$\begin{aligned} Q_t^s &= \alpha_1 + \alpha_2 P_t + \varepsilon_t && \text{(предложение)}, \\ Q_t^d &= \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 Y_t + v_t && \text{(спрос)}, \end{aligned}$$

где P_t — цена товара, Y_t — доход в момент времени t . Предполагается, что на рынке существует равновесие, т. е. в каждый момент времени наблюдается одна величина

$$Q_t^s = Q_t^d = Q_t \quad (\text{равновесие})$$

Записывая каждое уравнение, для простоты в отклонениях от средних значений получаем следующую систему:

$$q_t = \alpha_2 p_t + \varepsilon_t \quad (\text{предложение}), \quad (16)$$

$$q_t = \beta_2 p_t + \beta_3 y_t + \nu_t \quad (\text{спрос}). \quad (17)$$

Отметим, что в соответствии с этой моделью цена и величина спроса-предложения определяются одновременно (отсюда и термин “одновременные уравнения”). И поэтому обе эти переменные должны считаться эндогенными. В отличие от них доход y_t является экзогенной переменной. Подчеркнём, что деление переменных на эндогенные и экзогенные определяется содержательной стороной модели. Предполагается, что в каждом уравнении экзогенные переменные некоррелированы с ошибкой. В тоже время эндогенные переменные, стоящие в правых частях уравнений, как правило, имеют ненулевую корреляцию с ошибкой в соответствующем уравнении. Действительно, разрешим систему относительно q_t и p_t :

$$q_t = \frac{\alpha_2 \beta_3 y_t}{\alpha_2 - \beta_2} + \frac{\alpha_2 \nu_t - \beta_2 \varepsilon_t}{\alpha_2 - \beta_2}, \quad (18)$$

$$p_t = \frac{\beta_3 y_t}{\alpha_2 - \beta_2} + \frac{\nu_t - \varepsilon_t}{\alpha_2 - \beta_2}. \quad (19)$$

Система уравнений (16) и (17) называется структурной формой модели, соответственно коэффициенты этих уравнений называются структурными коэффициентами. Система (18) и (19) называется приведённой формой модели и она отличается от структурной тем, что содержит в своей части только экзогенные переменные, которые некоррелируют со случайными возмущениями по определению. Для приведенной формы модели выполняются все предпосылки классической линейной модели множественной регрессии, поэтому ее коэффициенты могут быть состоятельно оценены с помощью обычного метода наименьших квадратов (МНК). Введем обозначения для системы (18),(19):

$$\pi_1 = (\alpha_2 \beta_3) / (\alpha_2 - \beta_2), \quad \eta_{1t} = (\alpha_2 \nu_t - \beta_2 \varepsilon_t) / (\alpha_2 - \beta_2), \quad (20)$$

$$\pi_2 = \beta_3 / (\alpha_2 - \beta_2), \quad \eta_{2t} = (\nu_t - \varepsilon_t) / (\alpha_2 - \beta_2), \quad (21)$$

Тогда ее можно переписать в следующем виде:

$$q_t = \pi_1 y_t + \eta_{1t}, \quad (22)$$

$$p_t = \pi_2 y_t + \eta_{1t}. \quad (23)$$

Таким образом, с помощью обычного МНК можно получить состоятельные оценки $\hat{\pi}_1$ и $\hat{\pi}_2$ для коэффициентов π_1 и π_2 соответственно. Заметим, что $\alpha_2 = \pi_1/\pi_2$, поэтому (в силу теоремы Слуцкого) величина $\hat{\alpha}_2 = \hat{\pi}_1/\hat{\pi}_2$ будет состоятельной оценкой структурного параметра α_2 . Такой способ оценивания структурных коэффициентов приведённой формы называется косвенным методом наименьших квадратов (КМНК) (Indirect Least Squares, ILS). Следовательно, для структурного коэффициента первого уравнения можно построить состоятельную оценку, используя косвенный МНК. Что касается структурных коэффициентов второго уравнения β_2 и β_3 , то для них не удастся получить состоятельную оценку с помощью КМНК. Второе уравнение структурной системы (17) является неидентифицируемым, так как для него не выполняется условие порядка. Первое уравнение структурной системы (16) является точно идентифицируемым, так как для него выполняется условие порядка со знаком равенства и ранговое условие.

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

В рамках данной лабораторной работы необходимо последовательно выполнить следующие задания:

- 1) в соответствии с вариантом выбрать модель экономического объекта, описываемого системой одновременных уравнений;
- 2) определить экзогенные и эндогенные переменные системы;
- 3) записать данную модель в матричном виде;
- 4) найти приведенную форму для данной системы;
- 5) проверить данную систему на идентифицируемость;
- 6) сделать выводы.

Варианты заданий.

- 1) Макроэкономическая модель, впервые сконструированная Людеке (1964) и предназначенная для описания определенных аспектов развития экономики народного хозяйства открытого типа с государственным регулированием.

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot \mathbf{Im}_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

2) Макроэкономическая модель, которая является простейшей версией мультипликаторной модели Кейнса и основанная на предположении, что народное хозяйство является системой закрытого типа без государственного регулирования экономики.

$$\begin{cases} C_t = a_1 + a_2 \cdot Y_t + u_t \\ Y_t = C_t + I_t \end{cases}$$

3) Макроэкономическая модель имеет следующий вид:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + a_2 \cdot Y_t + u_{t1} \\ I_t = b_1 + b_2 \cdot Y_t + u_{t2} \\ Y_t = C_t + I_t + G_t \end{cases}$$

4) Экономика страны описывается моделью следующего вида:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ Y_t = C_t + I_t + G_t \end{cases}$$

5) Имеется макроэконометрическая модель в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + a_3 \cdot Y_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot \mathbf{Im}_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

6) Модель макроэкономики описывается моделью вида:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot \mathbf{Im}_{t-1} + c_3 \cdot C_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

7) Макроэкономика представлена моделью в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + b_3 \cdot C_t + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot \mathbf{Im}_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

8) Эконометрическая модель представлена следующей взаимозависимой системой:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot C_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

9) Для описания макроэкономики страны используется следующая система уравнений:

$$\begin{cases} C_t = a_0 + a_1 \cdot Y_t + u_{t1} \\ I_t = b_0 + b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot U_{t-1} + u_{t2} \\ \mathbf{Im}_t = c_0 + c_1 \cdot Y_t + c_2 \cdot C_{t-1} + u_{t3} \\ Y_t = C_t + I_t - \mathbf{Im}_t + G_t \end{cases}$$

10) Эконометрическая модель, описывающая макроэкономику страны определена как:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + a_2 \cdot Y_t + a_3 \cdot C_{t-1} + u_{t1} \\ I_t = b_1 + b_2 \cdot Y_t + u_{t2} \\ Y_t = C_t + I_t + G_t. \end{cases}$$

где C_t – личное потребление в постоянных ценах; $\mathbf{Im}_t$ – импорт; Y_t – национальный доход; I_t – частные чистые инвестиции и основной капитал (без резерва инвестиций); U_t – доходы населения, получаемые от предпринимательской деятельности, дивиденды и нераспределенная прибыль предприятий до налогообложения; G_t – государственные расходы плюс госуд. чистые инвестиции и основной капитал плюс изменения в товарных запасах плюс экспорт минус косвенные налоги плюс субсидии.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Цель работы;
- 2) постановка задачи;
- 3) список экзогенных и эндогенных переменных;
- 4) описание модели в матричном виде;
- 5) приведенная форма системы одновременных уравнений;
- 6) результаты проверки системы на идентифицируемость;
- 7) выводы по выполнению работы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) В чем состоит сущность такого инструмента, как системы одновременных уравнений?
- 2) Объясните проблему идентифицируемости отдельных параметров и всей СОУ в целом.
- 3) Какие два основных условия идентифицируемости СОУ вы знаете?
- 4) В чем их отличие?
- 5) Что можно сделать, если СОУ окажется неидентифицируемой?
- 6) Каковы основные цели построения моделей объектов в виде СОУ?
- 7) В чем отличие структурной формы модели от приведенной формы?
- 8) В чем состоит преимущество и недостатки СОУ по сравнению с другими математическими моделями?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов/ С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022с.
- 2) Горобец А.Д. Синтез оптимальной системы одновременных уравнений для экономики Севастопольского региона / А.Д. Горобец // Вестник СевГТУ. – Севастополь, 2001. - Вып. №33 – С. 95 – 99.
- 3) Грубер Й. Эконометрия, том 1. Введение в эконометрию/ Й. Грубер. – Киев: Астарта, 1996. – 400с.
- 4) Грубер Й. Эконометрия, том 2. Эконометрические прогнозные и оптимизационные модели/ Й. Грубер. - Киев: «Нічлава», 1999.— 308 с.
- 5) Джонстон Дж. Эконометрические методы./ Дж. Джонстон. - М.: Статистика, 1980. – 450с.
- 6) Магнус Я. Эконометрика. Начальный курс/ Я. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. - М.: Дело, 1997. – 248с.
- 7) Маленво Э. Статистические методы эконометрии, выпуск 2/ Э. Маленво. - М.: Статистика, 1976. - 330с.
- 8) Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование./ Г. Тейл. – М.: Прогресс, 1970. – 520с.
- 9) Тихомиров Н.П. Эконометрика: Учеб. для студ. Вузов, обуч. по спец. «Мат. методы в экономике» / Н.П. Тихомиров, Е.Ю. Дорохина; РЭА им. Г.В. ПЛЕХАНОВА. – М. Экзамен, 2003. – 512с.
- 10) Цуканов А.В. Идентификация объектов управления, описываемых системой одновременных уравнений / А.В. Цуканов, А.Д. Горобец // Оптимизация производственных процессов. – Севастополь, 1999. – Вып. №1. – С. 16-20.
- 11) Цуканов А.В. Информационный критерий синтеза оптимальной системы структурных моделей экономических систем / А.В. Цуканов, А.Д. Горобец // Вестник СевГТУ. – Севастополь, 1999. - Вып. №19. - С. 10-14.
- 12) Эконометрика: Учеб. для студ. Вузов, обучающихся по спец. 061700 «Статистика»/ Под ред. И.И. Елисевой. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 339с.

