

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет)
Факультет вычислительной математики и информатики
Кафедра экономико-математических методов и статистики

Реализация технического индикатора: индекс денежного потока

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ
по дисциплине «Современные компьютерные технологии»
ЮУрГУ-010400.68.2017.049.001 КР

Руководитель,
_____ А.К. Богушев
« » _____ 2016 г.

Автор проекта
студент группы ВМИ-113
_____ В.А. Безбородов
« » _____ 2016 г.

Проект защищен
с оценкой

« » _____ 2016 г.

Челябинск, 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет)
Факультет вычислительной математики и информатики
Кафедра экономико-математических методов и статистики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н.,
профессор

_____ Панюков А.В.
« » _____ 2016 г.

З А Д А Н И Е

на курсовую работу студента

Безбородова Вячеслава Александровича

Группа ВМИ-113

1. Тема работы: Реализация технического индикатора: индекс денежного потока
2. Срок сдачи студентом законченной работы « » _____ 2016 г.
3. Исходные данные к работе
 - 3.1. Проект методического пособия по СОУ в формате MS Word;
 - 3.2. Издательская система компьютерной верстки L^AT_EX.
4. Перечень вопросов, подлежащих разработке
 - 4.1. Изучение языка и принципов работы в системе компьютерной верстки L^AT_EX;
 - 4.2. Проверка корректности исходных данных методического пособия;
 - 4.3. Трансляция методического пособия в формат L^AT_EX;

4.4. Разработка методических указаний к задачам по СОУ.

5. Перечень графического материала

6. Календарный план

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
1. Сбор материалов и литературы по теме курсовой работы	10.09.2015 г.	
2. Изучение принципов работы с системой L ^A T _E X	25.09.2015 г.	
3. Проверка корректности исходных данных методического пособия	03.10.2015 г.	
4. Трансляция методического пособия в формат L ^A T _E X	18.10.2015 г.	
5. Разработка методических указаний по СОУ	27.10.2015 г.	
6. Подготовка пояснительной записки курсовой работы	09.11.2015 г.	
Написание главы 1	13.11.2015 г.	
Написание главы 2	17.11.2015 г.	
Написание главы 3	22.11.2015 г.	
7. Оформление пояснительной записки	02.12.2015 г.	
8. Получение отзыва руководителя	05.12.2015 г.	
9. Проверка работы руководителем, исправление замечаний	11.12.2015 г.	
10. Подготовка графического материала и доклада	16.12.2015 г.	
11. Защита курсовой работы	24.12.2015 г.	

7. Дата выдачи задания « » 2016 г.

Заведующий кафедрой _____/Панюков А.В./

Руководитель работы _____/А.К. Богушев/

Студент _____/В.А. Безбородов/

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет)
Факультет вычислительной математики и информатики
Кафедра экономико-математических методов и статистики

АННОТАЦИЯ

Безбородов, В.А. Реализация технического индикатора: индекс денежного потока / В.А. Безбородов – Челябинск: ЮУрГУ, Факультет вычислительной математики и информатики, 2016 – 29 с., 2 прил., библиогр. список – 5 названий.

В курсовой работе дается краткое введение в системы одновременных уравнений, косвенный МНК и 2МНК. Производится сравнительный анализ наиболее популярных форматов, используемых в процессе электронного документооборота – MS Word и PDF. По результатам проведенного анализа для перевода проекта методических указаний выбирается наиболее надежный, безопасный и гибкий из них.

В приложениях приведены результаты верстки заданий и методических указаний к ним в системе L^AT_EX.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1 Системы одновременных уравнений (СОУ)	7
1.1 Структурная форма модели	8
1.2 Приведенная форма модели	9
1.3 Корреляция с ошибкой	12
1.4 Проверка на идентифицируемость	13
1.5 Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК)	15
1.6 Двухшаговый МНК	15
2 Сравнение форматов MS Word и PDF	17
2.1 Формат MS Word	17
2.2 Формат PDF	18
2.3 Сравнительная оценка форматов	18
3 Технические особенности верстки: сложные случаи	21
Заключение	25
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример задания	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Пример методического указания	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29

Введение

Измерение тесноты связи между переменными, построение изолированных уравнений регрессии недостаточно для объяснения функционирования сложных экономических систем [1]. Изменение одной переменной не может происходить при абсолютной неизменности других [2]. Её изменение повлечет за собой изменения во всей системе взаимосвязанных признаков. Таким образом отдельно взятое уравнение регрессии не может характеризовать истинное влияние отдельных признаков на вариацию результирующей переменной [3]. Поэтому в экономических исследованиях важное место заняла проблема описания структуры связей между системой переменных [5].

Целями работы являются: изучить язык и принципы работы в системе компьютерной верстки \LaTeX ; проверить корректность исходных данных методического пособия; перевести методическое пособие в формат \LaTeX ; разработать методические указания к задачам по СОУ.

В соответствии с поставленными целями в работе решаются следующие **задачи**: краткое ознакомление с системами одновременных уравнений, КМНК и 2МНК; выбор системы подготовки печати и способов верстки текста; разработка и набор методических указаний к задачам по СОУ.

Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, 2 приложений и списка литературы. Объем работы составляет 29 страниц. Список литературы содержит 5 наименования.

В первой главе рассматриваются системы одновременных уравнений, структурная и приведенная формы модели, корреляция с ошибкой, проверка на идентифицируемость, а также КМНК и 2МНК.

Во второй главе производится сравнительный анализ наиболее распространенных форматов, используемых в электронном документообороте – MS Word и PDF.

В третьей главе приводятся технические особенности реализации перевода проекта методических указаний в формат \LaTeX , а также обсуждаются наиболее сложные случаи набора.

В заключении перечислены основные результаты работы.

1. Системы одновременных уравнений (СОУ)

Все экономические переменные можно разделить на два типа:

- 1) *экзогенные* (независимые) – экономические переменные, значения которых определяются вне модели;
- 2) *эндогенные* (зависимые) – экономические переменные, значения которых определяются внутри модели в результате одновременного взаимодействия соотношений, образующих модель.

В правильно составленной спецификации содержится столько уравнений, сколько эндогенных переменных включается в модель. При наличии хотя бы одной экзогенной переменной модель называется *открытой*, в противном случае – *замкнутой*.

Лаговыми называются экзогенные и эндогенные переменные экономической модели, датированные предыдущими моментами времени и находящиеся в уравнении с текущими переменными.

Предопределенными называются лаговые и текущие экзогенные переменные, а также лаговые эндогенные переменные.

Для описания сложных экономических систем, включающих несколько экономических объектов, как правило, используются не отдельные уравнения, а системы уравнений. Системы могут включать как *тождества*, так и *регрессионные уравнения* (*поведенческие уравнения*). Отдельные регрессионные уравнения могут включать в себя как объясняющие (экзогенные) переменные (регрессоры), так и объясняемые переменные из других уравнений системы. Такие системы получили название систем одновременных уравнений.

Поведенческие уравнения – это уравнения, описывающие поведение эндогенных переменных в зависимости от предопределенных переменных в зависимости от предопределенных и включающие параметры.

Пример. Модель равновесия спроса и предложения на конкурентном рынке

Спрос $D = a_0 + a_1 p, a_1 < 0$, (1) - при увеличении цены спрос падает.

Предложение $S = b_0 + b_1 p, b_1 > 0$, (2) - при увеличении цены предложение растет.

Спрос равен предложению $D = S$ (3).

Уравнения (1) и (2) регрессионные, а (3) – это тождество.

Все три переменные в модели (D, S, p) являются экзогенными. Поэтому модель будет замкнутой.

Если добавить в уравнение спроса в качестве переменной доход, то получим.

Спрос $D = a_0 + a_1 p + a_2 x, a_1 < 0, a_2 > 0$ (4) - при увеличении дохода спрос растет.

Система из уравнений (4), (2), (3) представляет собой спецификацию состояния равновесия на рынке товаров первой необходимости. Переменная

x определяется вне модели, т.е. является экзогенной, поэтому модель равновесия с учетом дохода будет открытой.

Если производители при определении объемов продаж ориентируются на цены предыдущего периода, то получим *паутинообразную* спецификацию модели равновесия.

$$\text{Спрос } D_t = a_0 + a_1 p_t + a_2 x_t, a_1 < 0, a_2 > 0 \quad (5)$$

Предложение $S_t = b_0 + b_1 p_{t-1}, b_1 > 0$ - используется лаговая переменная цена

Спрос равен предложению $D_t = S_t$.

Переменные (x, p_{t-1}) являются предопределенными. Включим случайные возмущения в спецификацию модели.

$$\text{Спрос } D_t = a_0 + a_1 p_t + a_2 x_t + u_t, a_1 < 0, a_2 > 0 \quad (6)$$

Предложение $S_t = b_0 + b_1 p_{t-1} + v_t, b_1 > 0$

Спрос равен предложению $D_t = S_t$.

Случайные возмущения вроде (u_t, v_t) добавляются в поведенческие уравнения и не добавляются в уравнения тождества.

1.1. Структурная форма модели

Введем следующие обозначения:

Y_t - вектор-столбец текущих значений эндогенных переменных.

X_t - расширенный вектор-столбец предопределенных переменных, значения которых известны к моменту t ;

\mathbf{B} и $\mathbf{\Gamma}$ - матрицы коэффициентов структурной формы модели (структурные коэффициенты);

ε_t - вектор-столбец текущих возмущений.

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \dots \\ y_{mt} \end{bmatrix}, \quad X_t = \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \\ \dots \\ x_{kt} \end{bmatrix}, \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \dots \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1m} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{m1} & \beta_{m2} & \dots & \beta_{mm} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{\Gamma} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1k} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \dots & \gamma_{mk} \end{bmatrix}.$$

Тогда структурную форму модели можно записать следующим образом.

$$\mathbf{B}Y_t + \mathbf{\Gamma}X_t = \varepsilon_t$$

или

$$\begin{aligned}
\beta_{11}y_{1t} + \beta_{12}y_{2t} + \dots + \beta_{1m}y_{mt} + \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{12}x_{2t} + \dots + \gamma_{1k}x_{kt} &= \varepsilon_{1t} \\
\beta_{21}y_{1t} + \beta_{22}y_{2t} + \dots + \beta_{2m}y_{mt} + \gamma_{21}x_{1t} + \gamma_{22}x_{2t} + \dots + \gamma_{2k}x_{kt} &= \varepsilon_{2t} \\
\dots & \\
\beta_{m1}y_{1t} + \beta_{m2}y_{2t} + \dots + \beta_{mm}y_{mt} + \gamma_{m1}x_{1t} + \gamma_{m2}x_{2t} + \dots + \gamma_{mk}x_{kt} &= \varepsilon_{mt}.
\end{aligned}$$

Пример

Представим спецификацию (6) паутиной модели равновесного рынка в структурной форме.

$$D_t - a_0 - a_1 p_t - a_2 x_t = u_t, \quad a_1 < 0, \quad a_2 > 0$$

$$S_t - b_0 - b_1 p_{t-1} = v_t, \quad b_1 > 0$$

$$D_t - S_t = 0$$

Тогда вектор эндогенных переменных $Y_t = (D_t, S_t, p_t)$, а экзогенных $X_t = (1; p_{t-1}; x_t)$.

Матрицы структурных коэффициентов и вектор возмущений состоят из следующих элементов:

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \Gamma = \begin{pmatrix} -a_0 & 0 & -a_2 \\ -b_0 & -b_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} u_t \\ v_t \\ 0 \end{bmatrix}.$$

1.2. Приведенная форма модели

Деление переменных на экзогенные и эндогенные должно быть проведено вне модели. Одно из основных требований к экзогенным переменным – некоррелированность векторов X_t и ε_t в каждом наблюдении t . Будем предполагать, что

- 1) $M(\varepsilon_t) = 0$;
- 2) $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_t) = \Omega$, при чем матрица Ω не зависит от t и положительно определена;
- 3) при $t \neq s$ $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$;
- 4) матрица B невырождена (т.е. её обратная матрица существует).

Т.к. выполняется условие (4), то мы можем умножить обе части равенства $BY_t + \Gamma X_t = \varepsilon_t$ на B^{-1} , тогда $B^{-1}BY_t + B^{-1}\Gamma X_t = B^{-1}\varepsilon_t$, из чего получим приведенную форму модели СОУ:

$$Y_t = -B^{-1}\Gamma X_t + B^{-1}\varepsilon_t = \Pi X_t + v_t, \quad (7)$$

где $\Pi = -B^{-1}\Gamma$, а $v_t = B^{-1}\varepsilon_t$. Элементы матрицы Π называются коэффициентами приведенной формы.

Способ оценки структурных коэффициентов через оценки коэффициентов приведенной формы называется косвенным методом наименьших квадратов *ILS (Indirect Least Squares)*.

Примеры

Построим приведенную форму для модели (6).

$$\begin{array}{l} D_t - a_0 - a_1 p_t - a_2 x_t = u_t \\ S_t - b_0 - b_1 p_{t-1} = v_t \\ D_t - S_t = 0 \end{array} \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{\Gamma} = \begin{pmatrix} -a_0 & 0 & -a_2 \\ -b_0 & -b_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{\varepsilon}_t = \begin{bmatrix} u_t \\ v_t \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Найдем матрицу \mathbf{B}^{-1} . Она будет существовать, если $\det(\mathbf{B}) = a_1 \neq 0$.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -a_1 & | & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & | & 0 & 1 & 0 \\ \boxed{1} & -1 & 0 & | & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & -a_1 & | & 1 & 0 & -1 \\ 0 & \boxed{1} & 0 & | & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & | & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \sim$$

$$\sim \begin{pmatrix} 0 & 0 & -a_1 & | & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & | & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & | & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & | & -1/a_1 & 1/a_1 & 1/a_1 \\ 0 & 1 & 0 & | & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & | & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Отсюда $\mathbf{B}^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ -1/a_1 & 1/a_1 & 1/a_1 \end{pmatrix},$

$$\mathbf{\Pi} = -\mathbf{B}^{-1}\mathbf{\Gamma} = -\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ -1/a_1 & 1/a_1 & 1/a_1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -a_0 & 0 & -a_2 \\ -b_0 & -b_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$\mathbf{\Pi} = \begin{pmatrix} b_0 & b_1 & 0 \\ b_0 & b_1 & 0 \\ \frac{b_0 - a_0}{a_1} & b_1/a_1 & -a_2/a_1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{v}_t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ -1/a_1 & 1/a_1 & 1/a_1 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} u_t \\ v_t \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_t \\ v_t \\ \frac{v_t - u_t}{a_1} \end{bmatrix}.$$

Модель формирования национального дохода Кейнса

Исследуемым экономическим объектом является закрытая национальная экономика без государственного вмешательства. Основные переменные модели Y , C , I , где Y - уровень совокупного выпуска (национальный доход), C - объем потребления, I - величина инвестиций.

Задание

А. Составить спецификацию макромоделей, позволяющей объяснить величины Y (национального дохода) и C (объем потребления) уровнем инвестиций I с учетом следующих предпосылок экономической теории:

- 1) потребление возрастает с увеличением совокупного выпуска, причем рост потребления происходит медленнее роста совокупного выпуска;
- 2) в закрытой экономике без государственного вмешательства потребление и инвестиции в сумме равны совокупному выпуску (тождество системы национальных счетов).

Решение

1) $C = a + bY$, $0 < b < 1$, $a > 0$, где a - автономное потребление, b - предельная склонность к потреблению.

2) $Y = C + I$.

Тогда структурная форма модели имеет вид:

$$\begin{pmatrix} -b & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ C \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} -a & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

где $\begin{bmatrix} Y \\ C \end{bmatrix}$ - вектор эндогенных переменных, $\begin{bmatrix} 1 \\ I \end{bmatrix}$ - вектор экзогенных

переменных. Структурная форма имеет два уравнения, сколько и эндогенных переменных.

Б. Уточнить спецификацию модели, учитывая, что текущее потребление зависит от совокупного выпуска предыдущего периода.

Решение

$$C_t = a + bY_{t-1}, \quad 0 < b < 1, \quad a > 0$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

где Y_{t-1} - лагированная предопределенная переменная, поэтому структурная форма будет следующей.

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} Y_t \\ C_t \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} -a & -b & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y_{t-1} \\ I_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

В. Уточнить спецификацию включением случайного возмущения.

Решение

$$C_t = a + bY_{t-1} + \varepsilon_t, \quad 0 < b < 1, \quad a > 0$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

где ε_t - случайное возмущение, учитывающее влияние не включенных в данное уравнение факторов.

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} Y_t \\ C_t \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} -a & -b & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y_{t-1} \\ I_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Г. Составить приведенную форму спецификации.

Решение

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \Rightarrow \mathbf{B}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \mathbf{\Gamma} = \begin{pmatrix} -a & -b & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Pi} = -\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -a & -b & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & -1 \\ a & b & 0 \end{pmatrix}, \mathbf{v}_t = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_t \end{bmatrix}$$

Тогда приведенная форма модели имеет вид

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ C_t \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & -1 \\ a & b & 0 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y_{t-1} \\ I_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_t \end{bmatrix}.$$

1.3. Корреляция с ошибкой

Как ранее отмечалось, предполагается, что в каждом уравнении экзогенные переменные не коррелированы с ошибкой. В то же время эндогенные переменные, стоящие в правых частях уравнений, как правило, имеют нулевую корреляцию с ошибкой в соответствующем уравнении.

Пример

Для модели равновесия докажем коррелированность эндогенных переменных с возмущениями.

$$\text{Спрос } D_t = a_0 + a_1 p_t + a_2 x_t + u_t, a_1 < 0, a_2 > 0 \quad (8)$$

$$\text{Предложение } S_t = b_0 + b_1 p_t + v_t, b_1 > 0$$

Спрос равен предложению $D_t = S_t$.

Тогда

$$b_0 + b_1 p_t + v_t = a_0 + a_1 p_t + a_2 x_t + u_t \Rightarrow p_t = \frac{a_2 x_t}{b_1 - a_1} + \frac{u_t - v_t}{b_1 - a_1} + \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} = \pi_{11} x_t + \pi_{01} + \varepsilon_{1t}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} D_t = S_t &= b_0 + b_1 p_t + v_t = b_0 + b_1 \frac{a_2 x_t}{b_1 - a_1} + b_1 \frac{u_t - v_t}{b_1 - a_1} + b_1 \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} + v_t = \\ &= \frac{b_1 a_2 x_t}{b_1 - a_1} + \frac{b_1 u_t - a_1 v_t}{b_1 - a_1} + \frac{a_0 b_1 - b_0 a_1}{b_1 - a_1} = \pi_{12} x_t + \pi_{02} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}$$

Приведенная форма модели будет иметь следующий вид.

$$p_t = \pi_{11} x_t + \pi_{01} + \varepsilon_{1t}$$

$$D_t = \pi_{12} x_t + \pi_{02} + \varepsilon_{2t}$$

Найдем ковариацию (учтем, что $Cov(x_t, v_t) = 0$, т.к. x_t - это экзогенная переменная).

$$\begin{aligned} Cov(p_t, v_t) &= Cov\left(\frac{a_2 x_t}{b_1 - a_1} + \frac{u_t - v_t}{b_1 - a_1} + \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1}, v_t\right) = \\ &= Cov\left(\frac{a_2 x_t}{b_1 - a_1}, v_t\right) + Cov\left(\frac{u_t - v_t}{b_1 - a_1}, v_t\right) + Cov\left(\frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1}, v_t\right) = \\ &= 0 + Cov\left(\frac{u_t - v_t}{b_1 - a_1}, v_t\right) + 0 = \frac{Cov(u_t, v_t) - Var(v_t)}{b_1 - a_1} \neq 0 \end{aligned}$$

Это приводит к смещенности и несостоятельности МНК-оценок.

Выводы

1) Переменные в системах одновременных уравнений делятся на экзогенные и эндогенные. Первые отличаются от вторых тем, что в каждом уравнении они некоррелированы с соответствующей ошибкой.

2) Из-за наличия корреляции между эндогенными переменными и ошибками непосредственное применение метода наименьших квадратов к структурной форме модели приводит к смещенным и несостоятельным оценкам структурных коэффициентов.

3) Коэффициенты приведенной формы модели могут быть состоятельно оценены методом наименьших квадратов. Эти оценки могут быть использованы для оценивания структурных параметров (косвенный метод наименьших квадратов). При этом возможны три ситуации:

- структурный коэффициент однозначно выражается через коэффициенты приведенной системы
- структурный коэффициент допускает несколько разных оценок косвенного метода наименьших квадратов,
- структурный коэффициент не может быть выражен через коэффициенты приведенной системы.

В последнем случае соответствующее структурное уравнение является *неидентифицируемым*. Неидентифицируемость уравнения не связана с числом наблюдений.

4) Экзогенные переменные можно использовать в качестве *инструментальных*. В том случае, когда оценка косвенного метода единственна, она совпадает с оценкой, полученной с помощью инструментальных переменных.

1.4. Проверка на идентифицируемость

Перенумеруем коэффициенты в первом уравнении при X и при Y так, чтобы в начале были ненулевые коэффициенты. Пусть для Y в уравнении имеется q ненулевых коэффициентов, а для X имеется p ненулевых коэффициентов.

$$\beta^* = \{ \beta_{11}, \beta_{12}, \dots, \beta_{1q} \}$$

$$\gamma^* = \{ \gamma_{11}, \gamma_{12}, \dots, \gamma_{1p} \}$$

Тогда первое уравнение структурной формы СОУ можно записать так

$$\beta^{*T} y^* + \gamma^{*T} x^* = \varepsilon_1.$$

Представим матрицу Π размером $m \times k$ в виде блочной матрицы

$$\Pi = \begin{matrix} q & \left[\begin{array}{c|c} \Pi_1^* & \Pi_2^* \\ \hline & \end{array} \right] \\ m-q & \left[\begin{array}{c|c} \Pi_1^{**} & \Pi_2^{**} \\ \hline & \end{array} \right] \end{matrix}, \text{ где } \left[\Pi_1^* \right] = q \times p, \left[\Pi_2^* \right] = q \times (k-p),$$

$$\begin{matrix} p & k-p \\ \left[\Pi_1^{**} \right] = (m-q) \times p, & \left[\Pi_2^{**} \right] = (m-q) \times (k-p). \end{matrix}$$

Для каждого уравнения СОУ свое разбиение на блочные матрицы. Тогда уравнения СОУ для приведенной формы будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} y^* \\ y^{**} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Pi_1^* & \Pi_2^* \\ \hline \Pi_1^{**} & \Pi_2^{**} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x^* \\ x^{**} \end{bmatrix} + v,$$

$$\Pi = -B^{-1}\Gamma, \text{ откуда } B\Pi = -\Gamma.$$

Для первых строк матриц B и Γ получаем равенство

$$\begin{bmatrix} \beta^* \\ 0_{m-q} \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} \Pi_1^* & \Pi_2^* \\ \hline \Pi_1^{**} & \Pi_2^{**} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \gamma^* \\ 0_{k-p} \end{bmatrix}.$$

Отсюда получаем соотношения

$$\beta^{*T} \Pi_1^* = -\gamma^*$$

$$\beta^{*T} \Pi_2^* = 0_{k-p}$$

Второе соотношение представляет собой систему $(k-p)$ линейных уравнений с $(q-1)$ переменными (один из элементов вектора β^* в силу условия нормировки равен единице, т.е. одно из β^* известно). Если из этой системы найти β^* , то их можно подставим в первое соотношение, чтобы найти γ^* . Для того чтобы параметры β^* можно было выразить через элементы матрицы Π_2^* необходимо, чтобы число уравнений второго соотношения было не меньше числа переменных, т.е. выполнялось неравенство $k-p \geq q-1$. Это неравенство носит название **порядковое условие (order condition)** и является *лишь необходимым условием идентифицируемости*.

Так как при выполнении порядкового условия уравнения второго соотношения могут оказаться линейно зависимыми. Из общей теории линейных уравнений известно, что для разрешимости второго соотношения необходимо и достаточно, чтобы матрица Π_2^* имела ранг $q-1$:

$rank(\Pi_2^*) = q-1$ Это равенство называется **ранговым условием (rank condition)** и оно является *необходимым и достаточным условием*

идентифицируемости уравнения. Если $k - p = q - 1$ то уравнения точно идентифицируемы. Если $k - p > q - 1$, то уравнения сверхидентифицируемы (их можно задать несколькими способами).

1.5. Косвенный метод наименьший квадратов (КМНК)

КМНК (Indirect Least Squares, ILS) используется для оценки точно идентифицируемых уравнений. КМНК состоит из следующих этапов:

- 1) по структурной форме строится приведенная форма;
- 2) определяются МНК-оценки параметров приведенной формы;
- 3) по МНК-оценкам приведенной формы вычисляются оценки параметров структурной формы.

Получается, что для оценки структурных параметров в КМНК используются МНК-оценки для приведенной формы, поэтому его называют косвенным.

Для того, чтобы найти структурные параметры используется система уравнений:

$$B\Pi = -\Gamma \leftrightarrow B\Pi + \Gamma = 0.$$

Пусть $\bar{B} = [B | \Gamma]$. Тогда систему можно записать $\bar{B} \begin{bmatrix} \Pi \\ I \end{bmatrix} = 0$, где I - единичная матрица размера $k \times k$.

Тогда для i -того уравнения системы должно выполняться:

$$\begin{cases} \bar{B}_i \begin{bmatrix} \Pi \\ I \end{bmatrix} = 0 \\ \text{rank}(\Pi_2^*) = q - 1 \quad (\text{точная идентифицируемость}) \\ b_{ii} = 1 \quad (\text{условие нормировки}) \end{cases}$$

Можно показать, что если i -е уравнение точно идентифицируемо и выполнено условие нормализации, то система имеет единственное решение. По теореме Слуцкого полученные оценки структурных параметров являются состоятельными, т.к. состоятельны оценки коэффициентов приведенной формы. Однако КМНК нельзя использовать при сверхидентифицируемости уравнения.

1.6. Двухшаговый МНК

Первое уравнение СОУ можно представить в виде

$$y_{1t} = -\beta_{12}y_{2t} - \dots - \beta_{1q}y_{qt} - \gamma_{11}x_{1t} - \gamma_{12}x_{2t} - \dots - \gamma_{1p}x_{pt} + \varepsilon_{1t}, \quad t = 1, \dots, n.$$

Обозначим

$$y_1 = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ \dots \\ y_{1n} \end{bmatrix}, \quad Y_1 = \begin{bmatrix} y_{21} & y_{31} & \dots & y_{q1} \\ y_{22} & y_{32} & \dots & y_{q2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{2n} & y_{3n} & \dots & y_{qn} \end{bmatrix}, \quad X_1 = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix},$$

$$\beta_1 = \begin{bmatrix} -\beta_{12} \\ -\beta_{13} \\ \dots \\ -\beta_{1q} \end{bmatrix},$$

$$\gamma_1 = \begin{bmatrix} -\gamma_{11} \\ -\gamma_{12} \\ \dots \\ -\gamma_{1p} \end{bmatrix}, \quad \varepsilon_1 = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \dots \\ \varepsilon_{1n} \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix}.$$

Тогда

$$y_1 = Y_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + \varepsilon_1.$$

Элементы матрицы Y_1 коррелированы с вектором ошибок ε_1 , поэтому непосредственное применение МНК приведет к смещенным и несостоятельным оценкам. В таких случаях целесообразно воспользоваться инструментальными переменными (в 2МНК это экзогенные переменные). *Этапы двухшагового МНК (Two Stage Least Squares 2SLS):*

- 1) проводится регрессия каждого столбца матрицы Y_1 на все экзогенные переменные, т.е. рассматривается регрессия вида

$$Y_1 = X \Pi_1 + V,$$

где Π_1 - матрица коэффициентов приведенной формы размера $k \times (q-1)$

- 2) с помощью МНК находится матрица оценок параметров $\hat{\Pi}_1$, строится прогнозное значение $\hat{Y}_1 = X \hat{\Pi}_1$.
- 3) осуществляется регрессия $y_1 = Y_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + \varepsilon_1$ с заменой Y_1 на \hat{Y}_1 , т.е. строятся МНК-оценки структурных параметров β_1 и γ_1 в регрессии

$$y_1 = \hat{Y}_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + \varepsilon_1.$$

В отличие от КМНК, 2МНК дает оценки параметров и в случае сверхидентифицируемости. В случае точной идентифицируемости 2МНК-оценка совпадает с КМНК-оценкой параметров СОУ. 2МНК дает эффективные оценки если в качестве инструментальных переменных используются любые линейные комбинации матрицы X .

2 Сравнение форматов MS Word и PDF

Сегодня существует множество различных текстовых форматов и их модификаций, и у каждого есть свои достоинства и недостатки.

2.1 Формат MS Word

Наиболее часто для работы с документами используется формат Word Document (файлы с расширением .doc). Это стандартный формат файлов, создаваемых с помощью программы Microsoft Word. Его популярность полностью обусловлена популярностью данного текстового процессора. История формата Word Document началась вместе с программой Microsoft Word, в то время обычного редактора для создания текстов. С тех пор каждая новая версия Microsoft Word приносила с собой новую версию формата, которая не очень сильно, но все-таки отличалась от предыдущей. Причем компания Microsoft не заботилась об обратной совместимости. Это значит, что файл, созданный и отформатированный в последней версии редактора Word, во всех предыдущих может выглядеть иначе.

Еще одной особенностью формата Word Document является его закрытость. Разрабатывала его компания Microsoft специально для использования в своем текстовом процессоре, а поэтому он является ее собственностью. Спецификации формата Word Document не разглашаются. Доступ к ним имеют лишь официальные партнеры корпорации Microsoft, а также правительства некоторых государств. Исключением является спецификация формата документов Microsoft Word 97, которая в 1998 году была опубликована в составе Microsoft Office Development Office 97 Documentation. Из-за этой закрытости очень сложно следить за развитием формата Word Document. Известно лишь то, что долгое время никаких принципиальных изменений в нем не происходило. И только в Microsoft Office 2007 появился новый формат Word Document, основанный на технологии XML.

2.2 Формат PDF

Другим распространенным форматом для хранения электронных документов является формат PDF (Portable Document Format). Он был разработан компанией Adobe Systems. Главной его целью было представление в электронном виде любой полиграфической продукции. Впервые он был представлен общественности в 1991 году, а уже в 1992 на выставке Comdex Fall получил звание “best of Comdex”. С тех пор формат PDF довольно сильно изменился. В 1994, 1996, 1999 и 2001 годах выходили его новые версии, в каждой из которых вводилась поддержка новых функций, таких как внешние ссылки, потоки статей, машинезависимые цвета, цветовое пространство CMYK, растривание и оверпринт, ICC-цвета, 2-байтные CID-шрифты и многое, многое другое.

Главное отличие формата PDF – машино- и платформенезависимость. Это значит, что любой документ данного формата может быть открыт на компьютере, работающем под управлением любой операционной системы (с помощью соответствующего программного обеспечения), и при этом будет выглядеть точно так же, как и на том ПК, на котором он создавался. Это – главное преимущество формата PDF. Благодаря нему документы такого типа гораздо более практичны как для создания электронного архива для внутреннего использования компании, так и для обмена информацией с партнерами и удаленными филиалами.

2.3 Сравнительная оценка форматов

Весь процесс работы с электронными документами можно разделить на три основных этапа – создание, пересылка (передача ответственным лицам, публикация и т.п.) и хранение. На первом из них формат Word Document имеет явное преимущество, т.к. редактирование PDF документов затруднительно. Текстовый процессор Microsoft Word – явный лидер в области программного обеспечения, используемого для создания документов, который установлен практически на каждом офисном компьютере. Он прост в использовании, обладает широкими функциональными возможностями и

давно уже превратился в стандарт “де-факто”. В то же время полноценных редакторов для создания PDF-файлов просто-напросто не существует. Даже профессиональные версии ПО Adobe Acrobat позволяют вносить лишь минимальные изменения в уже существующий документ (например, заполнить анкету, добавить комментарий и т.п.). То есть для того, чтобы создать PDF файл необходимо сначала создать его в любом другом формате, а потом уже конвертировать его в PDF с помощью какого-либо программного обеспечения. Естественно, для конечного пользователя это не очень удобно.

А вот на следующем этапе все преимущества, наоборот, оказываются на стороне формата PDF. Рассмотрим их подробнее.

Во-первых, это, конечно же, **платформонезависимость**. Не важно, какие компьютеры стоят в офисах ваших партнеров и под управлением каких операционных систем они работают. Не важно, какое у них установлено программное обеспечение для чтения PDF-файлов. В любом случае они смогут увидеть и при необходимости распечатать документы именно в том виде, в каком нужно. В то время как при использовании формата Word Document очень желательно, чтобы обе стороны обмена использовали одну и ту же версию ПО. Говоря откровенно, проблема с версиями программ для чтения файлов актуальна и для формата PDF. Однако нужно учитывать, что это ПО бесплатно. А поэтому новую версию в случае необходимости всегда можно загрузить из Интернета.

Вторым преимуществом формата PDF является **бесплатность** программ для просмотра файлов, сохраненных в нем. Любой человек или любая компания может совершенно свободно скачать из Интернета программу Acrobat Reader и использовать ее для работы с электронными документами. Особенно это хорошо в том случае, когда необходим односторонний обмен информацией.

Третьим преимуществом формата PDF при передаче файлов партнерам или клиентам компании является **бесплатность**. Дело в том, что документы, созданные в Microsoft Word, часто становятся переносчиками различных вирусов. Кроме того, иногда в электронных документах необходимо использовать встроенную защиту от несанкционированного доступа. И в этом плане

формат PDF имеет некоторое преимущество, поскольку его спецификация была исследована многими независимыми разработчиками ПО и экспертами в области информационной безопасности, которые подтвердили отсутствие уязвимостей и специально оставленных “дыр”.

Есть у формата PDF еще одно, четвертое преимущество. Дело в том, что он **стандартизован** ISO (International Organization for Standardization) для архивного хранения электронных документов и для обмена компаниями информацией друг с другом. Кроме того, представители Adobe заявили, что собираются передать спецификацию последней версии своего формата общественной организации Association for Information and Image Management (AIIM), которая намерена продвинуть ее в качестве общего международно-го стандарта для реализации электронного документооборота. В том случае, если это осуществиться (а вероятность такого развития событий велика), использование технологии PDF для электронного документооборота, будет регламентировано по всему миру.

Все эти преимущества формата PDF актуальны и для третьего этапа документооборота, а именно, для хранения электронных документов. Таким образом, налицо весьма интересная ситуация. С одной стороны, создавать документы придется в формате Word Document, т.к. создать PDF-документ сразу невозможно. Но передавать и хранить документы удобнее в формате PDF. Можно, конечно, выбрать какую-то одну технологию и смириться с ее недостатками. Но лучше все-таки использовать комбинированный документооборот: создавать файлы в формате Word Document, а перед их отправкой или передачей в архив, конвертировать в PDF. Такой подход позволяет использовать все плюсы обеих технологий и избежать их минусов. А поэтому перед компаниями часто возникает задача по конвертированию файлов из формата DOC в формат PDF.

3 Технические особенности верстки: сложные случаи

В процессе перевода проекта методического пособия из формата MS Word в формат PDF, следует учесть, что язык системы L^AT_EX [4] – компилируемый, а это значит, что перед получением результата необходимо исходный текст, содержащий специальные макрокоманды и определения, передать на предварительную обработку компилятору, который, основываясь на синтаксисе языка и семантике конкретных команд, сгенерирует документ PDF.

Каждое отдельное задание было оформлено как отдельный модуль в виде подраздела – `\subsection` в терминах L^AT_EX. Кроме этого, после каждого подраздела была сформирована ссылка `\label` для того, чтобы на данный раздел можно было сослаться с помощью команды `\ref`, как показано в примере ниже.

```
\subsection{Задание 1}
\label{task_1}
```

Системы уравнений вида

$$\begin{aligned}C_t &= \alpha + \beta Y_t + \varepsilon_{1t} \\ Y_t &= C_t + I_t + G_t \\ I_t &= \gamma + \delta Y_t + \varepsilon_{2t}\end{aligned}$$

набирались с помощью окружения `eqnarray`.

```
\begin{eqnarray*}
C_t &=& \alpha + \beta Y_t + \varepsilon_{1t} \\
Y_t &=& C_t + I_t + G_t \\
I_t &=& \gamma + \delta Y_t + \varepsilon_{2t}
\end{eqnarray*}
```

Важно заметить, что в подобном примере для выравнивания частей уравнения используется знак `&`, который позволяет отделить логические части друг от друга. Знак `*` в названии окружения использовался для отключения нумерации формул.

Подписи, необходимые для комментирования некоторых уравнений, добавляются с помощью специальной команды `\mbox`. Пример, когда могут потребоваться дополнительные пояснения к уравнениям, приведен ниже.

$$\begin{aligned} C_t &= a_1 && \text{(функция потребления);} \\ I_t &= a_2 && \text{(функция инвестиций);} \\ Y_t &= C_t + I_t && \text{(тождество дохода),} \end{aligned}$$

Ниже представлен исходный код, формирующий такую систему с комментариями к отдельным уравнениям.

```
\begin{eqnarray*}
C_t &=& a_1\mbox{\hspace{10mm}(функция потребления)}; \\\
I_t &=& a_2\mbox{\hspace{10mm}(функция инвестиций)}; \\\
Y_t &=& C_t+I_t\mbox{\hspace{10mm}(тождество дохода)}, \\
\end{eqnarray*}
```

Для создания левой открывающей скобки $\{$, используемой обычно в системах уравнений, подобных

$$\begin{cases} y_{1t} = a_{12}y_{2t} + b_{11}x_{1t} + \nu_{1t} \\ y_{2t} = a_{21}y_{1t} + b_{22}x_{2t} + \nu_{2t} \end{cases},$$

использовалась специальная пара конструкций $\text{\LaTeX}\backslash left$ и $\backslash right$.

```
\left\{
\begin{array}{rcl}
y_{1t} &=& a_{12}y_{2t}+b_{11}x_{1t}+\nu_{1t} \\\
y_{2t} &=& a_{21}y_{1t}+b_{22}x_{2t}+\nu_{2t} \\
\end{array}
\right.
```

Особенностью здесь является закрывающая пара $\backslash right.$, которая не дает вывода на печать, но необходима для закрытия блока.

Для создания нетривиальных таблиц, представляющих некоторые статистические данные, использовались дополнительные пакеты. Рассмотрим пример ниже.

Те- ку- щий пе- ри- од, t	Реальный ВВП, Y	Доля импорта в ВВП, M	Общее число прошений об осво- бождении от тамо- женных пошлин, N	Число удо- влетворенных прошений об освобождении от таможенных пошлин, S	Фик- тив- ная пере- мен- ная, F	Реальный объем чистого экспорта, X
1	1 398,5	0,129471	900	800	1	185,6

Для формирования такой таблицы необходимо задействовать специализированный пакет `multirow`, позволяющий объединять колонки и строки таблиц. Исходный код таблицы представлен ниже.

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|r|r|r|r|r|r|} \hline
\multicolumn{1}{|m{10mm}|}{Текущий период,  $t$ } &
\multicolumn{1}{m{20mm}|}{Реальный ВВП,  $Y$ } &
\multicolumn{1}{m{20mm}|}{Доля импорта в ВВП,  $M$ } &
\multicolumn{1}{m{25mm}|}{Общее число прошений...} &
\multicolumn{1}{m{35mm}|}{Число удовлетворенных...} &
\multicolumn{1}{m{15mm}|}{Фиктивная переменная...} &
\multicolumn{1}{m{25mm}|}{Реальный объем чистого} \\
\end{tabular}
\end{center}
```

Важно обратить внимание на достигнутый эффект выравнивания. Шапка таблицы выровнена по левому краю, в то время как тело – по правому.

И наконец, переходим к наиболее сложным случаям верстки выражений с участием матриц. Рассмотрим пример.

$$\Pi_1^{**} = \frac{-1}{\beta_{12}\beta_{21}} \left(\begin{array}{cc} S_t & W_{t-1} \\ \gamma_{11}(1 - \beta_{23}\beta_{32}) & \gamma_{13}(1 - \beta_{23}\beta_{32}) \\ -\beta_{21}\gamma_{11} & -\beta_{21}\gamma_{13} - \beta_{23}\gamma_{33} \\ \beta_{21}\beta_{32}\gamma_{11} & \beta_{21}\beta_{32}\gamma_{13} + \gamma_{33}(1 - \beta_{12}\beta_{21}) \end{array} \right) \begin{array}{l} P_t \\ W_t \\ N_t \end{array}$$

В приведенном примере существует несколько особенностей.

- 1) Перед матрицей, записанной в скобках, находится коэффициент (дробь), который должен быть выровнен вертикально по центру.
- 2) Над матрицей, записанной в скобках, и после нее размещаются поясняющие индексы.
- 3) Скобки должны ограничивать только нужную часть, не заполняя на индексы.

Подобное архитектурное решение можно достичь, если произвести условную декомпозицию примера. Например, можно считать, что все выражение – это совокупность массивов. Все, что расположено до открывающей скобки – это массив размера 2×1 , причем дробь расположена в нижней ячейке. Далее, следует еще один массив 2×1 , в верхней ячейке которого – массив 1×2 (верхние индексы), а в нижней ячейке – массив 1×4 , в котором в первой колонке – открывающая скобка, во второй – массив 3×1 (первая колонка матрицы в скобках), в третьей также массив 3×1 (вторая колонка матрицы в скобках), и наконец, в последней – закрывающая скобка. Завершает композицию массив 2×1 , нижняя ячейка которого – подмассив 3×1 – индексы, записанные справа.

Здесь для создания необходимых пустот были использованы специальные инструкции \LaTeX – фантомы – `\vphantom` и `\phantom`. Фантомы позволяют получить непечатаемый символ, занимающий по ширине или высоте такое же пространство, как если бы символ присутствовал бы на печати.

Рассмотренные примеры – не единственные интересные случаи, возникающие при переводе методических указаний из формата MS Word в формат PDF.

Заключение

В работе представлено методическое пособие, переведенное в формат \LaTeX , а также методические указания к задачам по системам одновременных уравнений.

В работе решены следующие **задачи**:

- изучен язык и принципы работы в системе компьютерной верстки \LaTeX ;
- проверена корректность исходных данных методического пособия;
- методическое пособие переведено в формат \LaTeX ;
- разработаны методические указания к задачам по СОУ.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- в электронном документообороте предпочтительнее использовать формат PDF ввиду его надежности, гибкости и безопасности;
- разработанные методические указания помогают подойти к изучению СОУ комплексно, предоставляя возможность студентам самостоятельно лучше усваивать материал.

Методическое пособие, переведенное в формат PDF, может быть в дальнейшем использовано в Электронном ЮУрГУ – системе, предназначенной для организации учебного процесса с применением информационных технологий в Южно-Уральском государственном университете.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИМЕР ЗАДАНИЯ

Экономическим объектом служит закрытая национальная экономика. Ее состояние в заданный период времени описывается количественными характеристиками:

- Y_t – объем ВВП;
- C_t – уровень потребления;
- I_t – объем инвестиций;
- G_t – величина государственных расходов;
- T_t – величина налогов;
- R_t – процентная ставка.

Требуется:

- а) составить спецификацию макромоделей, в которой величины Y_t , C_t , I_t объясняются при помощи величин: G_t , T_t , R_t ;
- б) уточнить спецификацию включением случайного возмущения;
- в) представить структурную форму спецификации в матричном виде;
- г) составить приведенную форму модели в матричном виде.

При составлении спецификации учесть следующие экономические утверждения:

- 1) потребление возрастает с увеличением располагаемого дохода (располагаемый доход равен разности Y и T), при этом рост потребления происходит медленнее роста располагаемого дохода;
- 2) уровень инвестиций повышается с ростом ВВП и понижается с ростом ставки процента. В процессе составления спецификации необходимо учесть, что уровень инвестиций лучше объясняется лаговым значением ВВП и текущим значением ставки процента;
- 3) в закрытой экономике потребление, инвестиции и государственные расходы в сумме равны ВВП (тождество системы национальных счетов).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИМЕР МЕТОДИЧЕСКОГО УКАЗАНИЯ

- 1) Составим матрицы структурных коэффициентов B и Γ .

$$B = \begin{pmatrix} 1 & -b_1 \\ -b_2 & 1 \end{pmatrix}, \Gamma = \begin{pmatrix} -a_1 & -b_1 & 0 \\ -a_2 & 0 & -b_3 \end{pmatrix}.$$

Найдите к матрице B обратную. Рассчитайте матрицу Π . Проверьте идентифицируемость по порядковому и ранговому условию. Первое уравнение сверхидентифицируемо. Второе является точно идентифицируемым. Тогда вся система сверхидентифицируема.

- 2) Матрица коэффициентов Π приведенной формы модели будет размера 2×3 .

$$\Pi = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \pi_{13} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \pi_{23} \end{pmatrix}.$$

- 3) Коэффициенты приведенной формы Π найдем с помощью МНК. Получим Уравнения приведенной формы будут иметь следующий вид.

$$\begin{aligned} y &= 8,219 + 0,6688 \cdot D + 0,261 \cdot y_{-1}; \\ C &= 8,636 + 0,3384 \cdot D + 0,202 \cdot y_{-1}. \end{aligned}$$

- 4) Найдем значения \hat{y} и \hat{C} по формулам из п. 5. Рассчитаем параметры регрессии

$$\begin{aligned} y_{2LS} &= a_1 + b_1(\hat{C} + D); \\ C_{LS} &= a_2 + b_2\hat{y} + b_3y_{-1}. \end{aligned}$$

Получим $\hat{a}_1 = 8.633$, $\hat{b}_1 = 0.410$, $\hat{a}_2 = 4.477$, $\hat{b}_2 = 0.506$, $\hat{b}_3 = 0.070$. Найдите для этих уравнений стандартные ошибки коэффициентов и коэффициент детерминации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. / С. А. Айвазян. — М.: Юнити-Дана, 2001. — 432 с.
2. Елисеева, И. И. Эконометрика. Учебник / И. И. Елисеева. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 576 с.
3. Кремер, Н. Ш. Эконометрика. / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. — М.: Юнити-Дана, 2004. — 311 с.
4. Львовский, С. М. Набор и верстка в системе LATEX / С. М. Львовский. — 2003.
5. Магнус, Я. Р. Эконометрика. Начальный курс. / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. — М.: Дело, 2007. — 504 с.