



Подготовлено при финансовом содействии Национального фонда подготовки кадров в рамках его Программы поддержки академических инициатив в области социально-экономических наук

**ПРОГРАММА КУРСА:  
“ЭКОНОМЕТРИКА”  
(промежуточный уровень)**

**по направлению 521600 “Экономика”**

**Автор курса: Носко Владимир Петрович,  
кандидат физико-математических наук, старший  
научный сотрудник**

**Москва, 2001**

## **1. Цель курса.**

- ознакомление студентов с проблемами, возникающими при практическом применении различных количественных моделей экономической теории, таких как модели спроса, производства, совокупного потребления, инвестиций,
- подготовка студентов к прикладным исследованиям в области экономики.

## **2. Задачи курса.**

- Освоение методов эконометрического анализа статистических данных,
- освоение методов построения адекватных статистическим данным моделей, имеющих соответствующую экономическую интерпретацию,
- освоение методов статистического анализа стационарных и нестационарных временных рядов,
- овладение навыками применения пакетов компьютерных программ эконометрического анализа статистических данных.

## **3. Место курса в системе экономического образования.**

Эконометрика входит в число трех общепрофессиональных дисциплин, предусмотренных Государственным образовательным стандартом Высшего профессионального образования по направлению 521600 “Экономика” (степень – бакалавр экономики), введенным в 2000 г.

Материал курса может быть использован в других курсах, связанных с количественным анализом реальных экономических явлений, при подготовке дипломных работ и магистерских диссертаций, использующих количественные методы анализа статистических данных и моделирование экономических процессов.

## **4. Требования к уровню слушателей.**

Курс рассчитан на студентов старших курсов, прослушавших

- курс математического анализа, включающий дифференциальное и интегральное исчисление,
- курс линейной алгебры, включающий операции над векторами и матрицами, вычисление собственных чисел и собственных векторов матриц,
- курс экономической статистики,

- курс теории вероятностей и математической статистики, включающий основные понятия и факты, связанные с дискретными и непрерывными случайными величинами, построением доверительных интервалов и проверкой гипотез,
- вводный курс эконометрики, соответствующий Государственному образовательному стандарту Высшего профессионального образования по направлению 521600 “Экономика” (степень – бакалавр экономики), введенному в 2000 г.

Предполагается, что в рамках вводного курса эконометрики были затронуты следующие вопросы.

- Линейная модель множественной регрессии.
- Метод наименьших квадратов (МНК).
- Свойства оценок МНК.
- Показатели качества регрессии.
- Линейные регрессионные модели с гетероскедастичными и автокоррелированными остатками.
- Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК).
- Регрессионные модели с переменной структурой (фиктивные переменные).
- Нелинейные модели регрессии и их линеаризация.
- Характеристики временных рядов.
- Модели стационарных и нестационарных временных рядов, их идентификация.
- Система линейных одновременных уравнений. Косвенный, двухшаговый и трехшаговый метод наименьших квадратов.

## **5. Разделы курса.**

- Раздел 1  
Экономические и эконометрические модели.
- Раздел 2  
Выявление нарушений исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Раздел 3  
Коррекция статистических выводов при нарушении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Раздел 4  
Изменение спецификации модели при нарушении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Раздел 5  
Проблемы, возникающие вследствие нестационарности переменных, входящих в модель линейной множественной регрессии; коинтеграция.

- Раздел 6.

Построение моделей коррекции ошибок на основе реальных статистических данных.

## **6. Темы и краткое содержание.**

- Раздел 1. Экономические и эконометрические модели.

### Тема 1. Необходимость использования эконометрических методов в прикладных экономических исследованиях.

Экономическая, математическая и эконометрическая модели. “Традиционная” идеология эконометрического исследования; ее недостатки. Современное понимание прикладного эконометрического исследования. Основные этапы прикладного эконометрического исследования.

- Раздел 2. Выявление нарушений исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.

### Тема 2. Роль исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.

Свойства оценок параметров, доверительные интервалы и проверка гипотез при выполнении исходных предположений.

Основные типы нарушений исходных предположений: нарушения предположений об ошибках, неправильный выбор переменных, непостоянство параметров модели на периоде наблюдения. Последствия различных нарушений исходных предположений.

### Тема 3. Выявление нарушений предположений об ошибках: графические методы и формальные статистические процедуры.

Обнаружение гетероскедастичности: графический метод, критерии Голдфелда-Квандта и Уайта. Обнаружение автокоррелированности: графический метод, критерии Дарбина-Уотсона и Бройша-Годфри.

Обнаружение ненормальности распределения ошибок: графические методы, критерий Харке-Бера.

### Тема 4. Выявление неправильной спецификации модели в отношении выбора объясняющих переменных и нарушения предположения о неизменности параметров модели.

Выявление неправильного выбора объясняющих переменных (критерий RESET). Выявление непостоянства коэффициентов на периоде наблюдения (критерии Чоу, рекурсивные остатки).

- Раздел 3. Коррекция статистических выводов при нарушении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии без изменения спецификации модели.

#### Тема 5. Коррекция гетероскедастичности.

Приписывание наблюдениям различных весов. Метод взвешенных наименьших квадратов. Приписывание весов с учетом характера сбора данных и на основании предварительного оценивания формы гетероскедастичности. Функциональное преобразование переменных.

Использование стандартного метода наименьших квадратов со скорректированными на гетероскедастичность оценками дисперсий ошибок оценок коэффициентов (оценки Уайта).

#### Тема 6. Коррекция автокоррелированности.

Авторегрессионное преобразование переменных. Оценки Прайса-Уинстена.

Использование стандартного метода наименьших квадратов со скорректированными на автокоррелированность оценками дисперсий ошибок оценок коэффициентов (оценки Ньюи и Ньюи-Веста).

- Раздел 4. Изменение спецификации модели при нарушении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.

#### Тема 7. Изменение набора объясняющих переменных.

Расширение модели за счет включения в нее других экономических переменных. Включение в модель функциональных преобразований исходных переменных. Введение в модель сезонных и других фиктивных переменных.

#### Тема 8. Введение в модель запаздывающих значений переменных.

Модели с распределенными запаздываниями объясняющих переменных. Модели с авторегрессионно распределенными запаздываниями объясняемой и объясняющих переменных (динамические модели). Типы динамических моделей. Нахождение долговременного поведения объясняющей переменной. Модель коррекции ошибок.

#### Тема 9. Векторная авторегрессия.

Критика традиционного подхода, основанного на использовании структурных моделей одновременных уравнений. Векторная модель авторегрессии. Условие стационарности векторной модели авторегрессии. Нахождение долговременного поведения рядов, объединенных стационарной векторной моделью авторегрессии.

- Раздел 5. Проблемы, возникающие вследствие нестационарности переменных, входящих в модель линейной множественной регрессии; коинтеграция.

#### Тема 10. Временные ряды с детерминированным и стохастическим трендом.

Основные модели стационарных и нестационарных временных рядов. Интегрированные временные ряды. Детерминированный и стохастический тренд. Основные различия в поведении интегрированных и стационарных относительно детерминированного тренда временных рядов. Последствия неправильного выбора метода стационарирования нестационарного временного ряда. Фиктивные “экономические циклы”.

#### Тема 11. Нестационарные переменные в модели линейной множественной регрессии.

Проблемы, возникающие вследствие нестационарности переменных, входящих в модель линейной множественной регрессии. Фиктивная (ложная) регрессия. Коинтеграция переменных. Представление коинтегрированной векторной авторегрессии в форме модели коррекции ошибок.

#### Тема 12. Критерии интегрированности и коинтегрированности переменных.

Статистические критерии, связанные с различием моделей временных рядов, стационарных или нестационарных относительно линейного тренда и разностно стационарных. Причины несогласованности статистических выводов, получаемых при применении различных критериев.

- Раздел 6. Построение моделей коррекции ошибок на основе реальных статистических данных.

#### Тема 13. Построение модели коррекции ошибок, соответствующей нестационарной коинтегрированной векторной авторегрессии, на основе реальных статистических данных.

Построение модели коррекции ошибок в случае единственного (с точностью до нормировки) коинтегрирующего вектора. Двухшаговая и одношаговая процедуры.

#### Тема 14. Построение структурной модели коррекции ошибок на основе реальных статистических данных.

Динамическая модель как открытая векторная авторегрессия. Параметры интереса; слабо экзогенные переменные. Возможность перехода от модели замкнутой векторной авторегрессии к динамической модели (структурной модели коррекции ошибок) при наличии слабо экзогенных переменных.

### **7. Перечень примерных контрольных работ.**

Контрольная работа N1 (состоит из 4 заданий)

Задание 1.

Переменные  $X$  и  $Y$  приняли в четырех наблюдениях значения

$$X = 1, 2, 3, 4$$

$$Y = 1, 2, 3, 4.$$

Без использования вычислительной техники

- Найдите значение  $r(Y, X)$  выборочного коэффициента корреляции между этими переменными.
- Методом наименьших квадратов подберите модель линейной (непропорциональной) связи между этими переменными, считая переменную  $Y$  объясняемой, а переменную  $X$  объясняющей.
- Получите разложение полной суммы квадратов на остаточную и объясненную подобранной моделью суммы квадратов.
- Вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ .
- Вычислите коэффициент корреляции  $r(Y, Y^*)$  между переменной  $Y$  и переменной  $Y^*$ , значения которой заменяют значения переменной  $Y$  согласно оцененной модели (“выровненные” значения).
- Сравните полученные значения  $r(Y, X)$  и  $r(Y, Y^*)$ ; объясните полученный результат.
- Методом наименьших квадратов подберите модель пропорциональной связи между переменными  $X$  и  $Y$ . Как следует вычислять коэффициент детерминации в этом случае?

Задание 2.

Опишите статистическую процедуру проверки гипотез о том, что

- потребление некоторого товара эластично по доходу,
- потребление этого же товара эластично по отношению к относительной цене этого товара.

Используйте модель с постоянными эластичностями потребления по отношению к доходу и относительной цене товара. Укажите условия, при которых можно пользоваться предложенными Вами процедурами.

Задание 3.

Вы собираетесь построить линейную модель, объясняющую изменчивость некоторого экономического фактора  $Y$  изменениями других факторов. В качестве потенциальных объясняющих переменных рассматриваются переменные  $X_1, X_2, \dots, X_K$ .

Какие проблемы могут возникнуть при включении в модель всех переменных  $X_1, X_2, \dots, X_K$ ? Каким образом преодолеваются эти проблемы? Как выбрать наиболее подходящую модель?

Задание 4.

Почему после построения модели необходимо производить проверку адекватности подобранной модели имеющимся статистическим данным?

Кратко опишите основные типы нарушений стандартных предположений о модели наблюдений, методы выявления таких нарушений и методы коррекции выявленных нарушений.

## Контрольная работа N2

### Задание 1.

Дайте краткое описание основных типов динамических моделей. Приведите примеры соответствующих им экономических моделей.

### Задание 2.

Объясните, каким образом влияют начальное значение  $Y_0$  и значение коэффициента  $\rho$  на поведение траектории временного ряда, описываемого уравнением

$$Y_t = a + \rho * Y_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ для } t=1, 2, \dots$$

### Задание 3.

Найдите долговременные связи между переменными в следующей (стационарной) динамической модели:

$$Y_{1t} = 0.6 + 0.7 * Y_{1,t-1} + 0.2 * Y_{2,t-1} + 0.1 * X_{1,t-1} + 0.2 * X_{2t} + \varepsilon_{1t}$$

$$Y_{2t} = 0.4 + 0.2 * Y_{1,t-1} + 0.7 * Y_{2,t-1} + 0.2 * X_{1,t} + 0.4 * X_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$$

### Задание 4.

Найдите долговременные связи между переменными в следующей (нестационарной) двумерной модели авторегрессии:

$$Y_{1t} = 0.8 * Y_{1,t-1} + 0.2 * Y_{2,t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$Y_{2t} = 0.2 * Y_{1,t-1} + 0.8 * Y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Используйте представление этой модели в форме модели коррекции отклонений от долговременного равновесия (модели коррекции ошибок). Являются ли ряды  $Y_{1t}$  и  $Y_{2t}$  коинтегрированными?

## **8. Примерная тематика рефератов и курсовых работ.**

В качестве тем рефератов можно предложить студентам изучение реальных примеров последовательного построения эконометрических моделей, проверки выполнения на практике тех или иных экономических законов на основании различных статистических данных, содержащихся в периодической экономической литературе и учебных пособиях.

Хорошие примеры с детальным разбором последовательных этапов построения эконометрических моделей можно найти, например, в книге [Patterson K. (2000) *An Introduction to Applied Econometrics*. St. Martin's Press.], рекомендуемой в качестве обязательного пособия по данному курсу.

## **9. Примерный перечень вопросов к зачету.**

- Основные этапы прикладного эконометрического исследования.
- Свойства оценок параметров при выполнении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.

- Доверительные интервалы для параметров при выполнении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Интервальные прогнозы при выполнении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Проверка гипотез о значениях коэффициентов при выполнении исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Основные типы нарушений исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Последствия различных нарушений исходных предположений классической нормальной модели линейной множественной регрессии.
- Методы обнаружения гетероскедастичности.
- Методы обнаружения автокоррелированности.
- Обнаружение ненормальности распределения ошибок.
- Выявление неправильного выбора объясняющих переменных (критерий RESET).
- Выявление непостоянства коэффициентов на периоде наблюдения (критерии Чоу, рекурсивные остатки).
- Методы коррекции статистических выводов при неоднородности дисперсий ошибок.
- Методы коррекции статистических выводов при автокоррелированности ошибок.
- Коррекция статистических выводов при непостоянстве параметров модели на периоде наблюдений. Учет сезонности. Фиктивные переменные.
- Модели с распределенными запаздываниями объясняющих переменных.
- Модели с авторегрессионно распределенными запаздываниями объясняемой и объясняющих переменных (динамические модели).
- Типы динамических моделей (на примере динамической модели первого порядка).
- Статическая регрессия с авторегрессионными ошибками как частный случай динамической модели.
- Представление динамической модели в форме модели коррекции ошибок (отклонений от долговременного равновесия).
- Основные модели стационарных и нестационарных временных рядов.
- Детерминированный и стохастический тренд.
- Интегрированные и стационарные относительно детерминированного тренда временные ряды. Основные различия в их поведении.
- Последствия неправильного выбора метода остационарирования нестационарного временного ряда. Фиктивные “экономические циклы”.
- Проблемы, возникающие вследствие нестационарности переменных, входящих в модель линейной множественной регрессии.

- Статистические критерии, связанные с различием моделей временных рядов, стационарных относительно линейного тренда и разностно стационарных. Причины несогласованности статистических выводов, получаемых при применении различных критериев.
- Построение модели коррекции ошибок, соответствующей нестационарной коинтегрированной векторной авторегрессии, на основе реальных статистических данных: двухшаговая процедура.
- Построение модели коррекции ошибок, соответствующей нестационарной коинтегрированной векторной авторегрессии, на основе реальных статистических данных: одношаговая процедура.
- Динамическая модель как открытая векторная авторегрессия. Параметры интереса; слабо экзогенные переменные.
- Возможность перехода от модели замкнутой векторной авторегрессии к динамической модели (структурной модели коррекции ошибок) при наличии в системе слабо экзогенных переменных.

#### **10. Форма итогов.**

Заключительная оценка по курсу определяется с учетом устного ответа на итоговом экзамене и положительных оценок по двум выполненным контрольным работам. На экзамен студент должен представить самостоятельно выполненное эконометрическое исследование, проведенное на базе предварительно выданных преподавателем данных.

Необходимым условием отличной оценки на экзамене является полное владение теоретическим материалом и отлично выполненное экзаменационное исследование.

Необходимым условием хорошей оценки на экзамене является твердое знание основ курса и хорошо выполненное экзаменационное исследование.

Примерный набор из 4 заданий для эконометрического исследования (каждый студент выполняет все 4 задания):

#### **ЗАДАНИЕ 1**

Исследуется зависимость расходов на приобретение некоторого товара (группы товаров) семейными хозяйствами от располагаемого дохода.

В течение года  $i$ -я семья, имеющая располагаемый доход  $DPI_i$ , затратила на приобретение этого товара  $V_i$  руб. В каждом из вариантов приведены смоделированные данные по 100 семьям. Подберите модель зависимости, в которой эластичность потребления рассматриваемого товара по отношению к располагаемому доходу не зависит от размера располагаемого дохода. В рамках подобранной модели проверьте гипотезы о том, что:

- А) Потребление данного товара эластично по отношению к располагаемому доходу;
- Б) Потребление данного товара неэластично по отношению к располагаемому доходу.

Согласуются ли полученные при проверке этих гипотез выводы?

### ЗАДАНИЕ 2

Постройте линейную модель связи между переменными  $Z$  и  $U$ , где  $U$  интерпретируется как объясняющая переменная, а  $Z$  как объясняемая переменная.

При оценивании коэффициентов модели обратите внимание на возможную гетероскедастичность модели.

### ЗАДАНИЕ 3

Постройте динамическую модель связи между переменными  $Y$  и  $X$ , в которой  $Y$  – объясняемая переменная.

Максимальное количество запаздываний по каждой из переменных примите равным 1.

### ЗАДАНИЕ 4

По смоделированным данным о потреблении электроэнергии группой потребителей за период с первого квартала 1991 года по четвертый квартал 2000 года постройте подходящую линейную регрессионную модель ряда наблюдений, учитывающую сезонный характер потребления электроэнергии и общую тенденцию возрастания потребления электроэнергии в указанном периоде.

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В каждом задании необходимо дать исчерпывающее обоснование выбора той или иной модели, проведя подробный анализ остатков от подобранной модели, анализ правильности спецификации модели и анализ стабильности коэффициентов модели.

## **11. Литература основная и дополнительная.**

### Основная

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. (1998), *Прикладная статистика и основы эконометрики*. М., ЮНИТИ.-1022 с.
2. Доугерти Кристофер (1997), *Введение в эконометрику*. Пер. с англ.- М., ИНФРА-М.- XIV, 402 с.
3. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. (1997), *Эконометрика. Начальный курс*. М., Дело.-248 с.
4. Носко В.П. (2000), *Эконометрика для начинающих: основные понятия, элементарные методы, границы применимости, интерпретация результатов*. М., ИЭПП, 252 с.
5. Johnston, J., DiNardo J. (1997), *Econometric Methods*. McGraw-Hill, Inc.
6. Patterson K. (2000) *An Introduction to Applied Econometrics*. St. Martin's Press.
7. Gujarati D.N. (1995) *Basic econometrics*. (3<sup>rd</sup> ed.) McGraw-Hill, Inc.

Дополнительная

8. Greene W.H. (1993), *Econometric Analysis* (2nd edition). Macmillan Publishing Company.
9. Hatanaka M. (1996), *Time-Series Based Econometrics. Unit Root and Cointegration*. Oxford Univ. Press.
10. Maddala G.L., Kim In-Moo (1999), *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*. Cambridge Univ. Press.

**12. Перечень обучающих и контролирующих программ.**

Для выполнения практических заданий по эконометрическому анализу статистических данных наиболее предпочтительным является использование пакета *Eviews (Econometric Views)*, в котором реализованы все статистические процедуры, излагаемые в данном курсе эконометрики, графические и формальные. В меню пакета *Eviews* дается подробное теоретическое описание реализуемых статистических процедур, детально объясняется, каким образом их можно выполнить технически. Это представляет студенту дополнительную возможность изучения эконометрических методов и дает ему возможность самоконтроля путем непосредственного обращения к соответствующим описаниям.