Правительство Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"

Факультет Экономических Наук

Программа дисциплины

Анализ временных рядов - 2

для направления 38.04.01 - Экономика
подготовки магистра

для магистерской программы «Прикладная экономика»

Автор: Канторович Г.Г., к.ф.-м.н., профессор

Рекомендована секцией УМС
«Математические и статистические методы
в экономике»

Председатель

«_____» _____ 201 г.

Утверждена УС факультета

_____

Ученый секретарь

_____

« ____» _____201 г.

Москва, 2015

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.

Курс "Анализ временных рядов-2" рассчитан на студентов 1-го курса магистерской программы «Прикладная экономика».

Материал курса предназначен для использования в курсах, связанных с количественным анализом динамики реальных экономических явлении, таких как, например, макроэкономика, прикладная макроэкономика, теория финансов и других. Может быть использован в спецкурсах по теории случайных процессов, математическим моделям в экономике, оптимальному управлению, статистическому прогнозированию, применению методов теории вероятностей в финансовой математике, принятию решений в условиях неопределенности.

Требования к студентам: курс "Анализ временных рядов-2" рассчитан на студентов, прослушавших курс математического анализа, включающий дифференциальное и интегральное исчисление, курс разностных уравнений, а также курсы линейной алгебры, методов оптимальных решений, экономической статистики, теории вероятностей и математической статистики, эконометрики, курс "Анализ временных рядов-1".

Системные и профессиональные компетенции

В результате освоения дисциплины студент:

1. СК-1,СК-М1. Способен оценивать и перерабатывать освоенные научные методы и способы деятельности;

2. СК-2, СК-М2. Способен предлагать концепции, модели, изобретать и апробировать способы и инструменты профессиональной деятельности;

3. СК-6, СК-М6. Способен анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию и работать в условиях неопределенности;

4. СК-8, СК-М8. Способен вести профессиональную, в том числе научно-исследовательскую деятельность в международной среде;

5. ПК-5,ИК-М.6.2ПД_5.4 СЛК-М3; СЛК-М9, способен ставить задачу и принимать решение с учетом возможных рисков и последствий, разрабатывать соответствующие методические и нормативные документы, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;

6. ПК-8, ИК-М3.1АД_5.4, способен готовить аналитические материалы для оценки мероприятий в области экономической политики и принятия стратегических решений на микро- и макроуровне;

7. ПК-9,ИК-М4.1_4.4_4.6_АД_5.4, способен находить данные, необходимые для анализа и проведения экономических расчетов, используя различные источники информации;

8. ПК-10,ИК-М4.4АД_5.4, способен работать с большими массивами разнообразной информации, составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом, в т.ч. используя современные информационно-компьютерные технологии;

Тематический план учебной дисциплины

№	Название темы	Всего часов по дисциплине	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Сем. и практ. занятия	
1	Тесты на единичные корни: тесты Дикки-Фуллера, Филлипса-Перрона, KPSS И др.	13	2	2	9
	Единичные корни и структурные сдвиги: Тесты Перрона и Зивота-Эндрюса.	10	2	2	6
2	Методика исследования типа нестационарности временного ряда TSP или DSP. Другие типы нестационарных процессов.	10	2	2	6
3	Авторегрессионные модели с распределенными лагами. Понятие экзогенности (слабой, сильной, супер–). Причинность по Грэнджеру	7	1	1	5
4	Коинтеграция временных рядов. Коинтеграционная регрессия. Общие множители и тренды. Модели коррекции ошибками.	13	2	2	9
5	Многомерные временные ряды. Структурная и приведенная формы многомерных моделей. Модели векторной авторегрессии (VAR). Стационарность VAR-моделей. Оценивание коэффициентов VAR моделей. Тестирование VAR моделей.	28	5	5	18
6	Структурные модели векторной авторегрессии (SVAR). Функции импульсных откликов. Декомпозиция дисперсий ошибок прогноза. Векторные модели коррекции ошибками (VECM). Структурные векторные модели коррекции ошибками (SVECM). Теорема Гренджера о представлении.	18	4	4	10
7	Нелинейные модели временных рядов: ARCH, GARCH и др.	9	2	2	5
	Итого:	108	20	20	68

Базовый учебник (и) или ридер (ы)

Основная литература по курсу:

(1) Канторович Г.Г., *Лекции по курсу «Анализ временных рядов»*, Экономический журнал ВШЭ, №№1-4, 2002, №1, 2003.

(2) Mills, T.C. and R.N. Markellos, 2008, *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, Cambridge University Press, 3rd ed.

(3) Mills, T.C., 2008, 1999, *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, Cambridge University Press, 2nd ed.

(4) Enders, W., 2003, *Applied Econometric Time Series*, Wiley Publ., 2nd ed.

(5) Hamilton J.D., 1994, *Time Series Analysis*, Princeton University Press.

Формы контроля:

Предусмотрена сдача одного эссе. Основная форма контроля – письменный экзамен. Итоговая оценка проставляется по 10 бальной системе.

Необходимым условием отличной оценки на экзамене является отлично выполненное эссе (20% итоговой оценки), полное владение теоретическим материалом, отлично выполненная экзаменационная работа (80% итоговой оценки). Необходимым условием хорошей оценки на экзамене является твердое знание основ курса, сдача эссе, хорошо написанная экзаменационная работа.

Содержание программы

1. Кажущиеся тренды и регрессионные зависимости. Тест Дикки-Фуллера на наличие единичных корней. Мощность теста Дикки-Фуллера и выбор альтернативной гипотезы. ADF тест и выбор числа лагов. Непараметрический тест Филлипса и Перрона. Альтернативные тесты на единичные корни. Тест КПСС.
2. Тесты на единичные корни со структурными сдвигами. Тест Перрона (с экзогенным структурным сдвигом). Тест Эндрюса-Живота (с эндогенным структурным сдвигом). Тесты на единичные корни со множественными структурными сдвигами.
3. Методика исследования типа нестационарности временного ряда *TS* или *DS*. Другие типы нестационарных процессов. Использование специализированного компьютерного пакета *E*views. Сегментированные тренды и структурные изменения.
4. Регрессионные динамические модели. Авторегрессионые модели с распределенными лагами (*ADL*). Понятие экзогенности. Слабая, сильная и супер-экзогенность переменных. Причинность по Грэнджеру (Granger causality).
5. Коинтеграция временных рядов. Коинтеграция и модель коррекции ошибками (*Error Correction Model*).
6. Многомерные временные ряды. Структурная и приведенная формы многомерных моделей. Модели векторной авторегрессии (VAR). Стационарность VAR-моделей. Оценивание коэффициентов VAR моделей. Тестирование VAR моделей.
7. Структурные модели векторных авторегрессий (SVAR). Методы введения ограничений. Функции импульсных откликов. Интерпретация результатов. Декомпозиция дисперсий ошибок прогноза.
8. Коинтеграция временных рядов. Коинтеграционная регрессия. Тестирование коинтеграции. Тест Йохансана. Модели векторных коррекций ошибками (VECM). Структурные модели векторных коррекций ошибками (SVECM). Теорема Гренджера о представлении.
9. Проверка гипотезы о рациональных ожиданиях. Проверка гипотезы об эффективности рынка. Общие множители и общие тренды.
10. Модели с условной гетероскедастичностью. Тестирование на наличие условной гетероскедастичности. ARCH, GARCH, EGARCH модели.

Основная литература

(1) Канторович Г.Г., *Лекции по курсу «Анализ временных рядов»*, Экономический журнал ВШЭ, №№1-4, 2002, №1, 2003.

(2) Mills, T.C. and R.N. Markellos, 2008, *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, Cambridge University Press, 3rd ed.

(3) Mills, T.C., 2008, 1999, *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, Cambridge University Press, 2nd ed.

(4) Enders, W., 2003, *Applied Econometric Time Series*, Wiley Publ., 2nd ed.
(5) Hamilton J.D., 1994, *Time Series Analysis*, Princeton University Press.

Дополнительная литература

(6) Lütkepohl, H., 2005, *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media.
(7) Lütkepohl, H., & Krätzig, M., 2004, *Applied time series econometrics*. Cambridge University Press.
(8)Patterson, K.D., 2000, *Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach*, Palgrave Macmillan
(9) Brockwell, P.J., and R.A. Davis, 2003, *Introduction to Time Series and Forecasting*, Springer Publ., 2nd ed.
(10) Box, G.E.P., Jenkins G.M. and G.C. Reinsel, 2008, *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Wiley Series in Probability and Statistics), Wiley Publ., 4th ed.
(11) Maddala, G.S. and In-Moo Kim, 1999, *Unit Roots, Cointegration, and Structural Changes* (Themes in Modern Econometrics), Cambridge University Press
(12) Banerjee, A., J. Dolado, J.W. Galbraith, and D.F. Hendry, 1993, *Co-integration, error-correction, and the econometric analysis of non-stationary data*, N.Y., Oxford Univ. Press
(13) Harvey, A.C., 1993, *Time Series Models*, Harvester Wheatsheaf, 2nd ed.

Источники статистических данных

(14) Сайт Росстата www.gks.ru
(15) Сайт Центрального банка России www.cbr.ru
(16) Сайт базы данных Всемирного Банка http://databank.worldbank.org/data/home.aspx
(17) База данных фондовых индексов и котировок http://finance.yahoo.com/
(18) Сайт статистики валютных курсов www.oanda.ru
(19) «Экономический журнал ВШЭ» (продолжающееся издание). Статистический разде

Тематика заданий по различным формам текущего контроля:

Задание 1.

Рассмотрим DGP:

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t, \mathrm{y}_t = y_{t-1} + u_t, \varepsilon_t \sim iid\ WN(0, \sigma_\varepsilon^2), u_t \sim \mathrm{iid\ WN}(0, \sigma_u^2), \mathrm{t} = 1, ..., 200.$$

Была оценена с помощью МНК модель: $y_t = \alpha + \beta x_t + \varepsilon_t, \mathrm{t} = 1, ..., 200$. И для остатков последней модели, e_t, была оценена следующая регрессия (в скобках даны стандартные ошибки коэффициентов):

$$\Delta e_t = \underset{(0.14)}{-0.23 e_{t-1}} + \underset{(0.05)}{0.1 \Delta e_{t-1}} + \underset{(0.17)}{0.24 \Delta e_{t-2}} + v_t, v_t \sim WN(0, \sigma^2), \mathrm{t} = 1, ..., 200.$$

На 5% уровне значимости проверьте гипотезу об отсутствии коинтеграции. Поясните подробно, как именно Вы должны провести тест Энгла-Гренджера в данной ситуации.

Задание 2.

Укажите, какие из следующих процессов являются коинтегрированными и, где это возможно, запишите коинтегрирующие соотношения:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$x_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

$$k_t = -2 y_{t-1} + 3\varepsilon_t$$

$$r_t = 0.4 r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$z_t = \lambda + \gamma t + \varepsilon_t, \text{где}\ \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

Задание 3.
Рассмотрим следующий VAR(2) процесс:

$$\begin{aligned} y_{1t} &= 0.3y_{1t-1} + 0.8y_{2t-1} + \varepsilon_{1t} \\ y_{2t} &= 0.9y_{1t-1} + 0.4y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}, \text{ где}$$

$E(\varepsilon_{1t}\varepsilon_{1\tau}) = 1$ для $t = \tau$ и 0 иначе, $E(\varepsilon_{2t}\varepsilon_{2\tau}) = 2$ для $t = \tau$ и 0 иначе, и $E(\varepsilon_{1t}\varepsilon_{2\tau}) = 0$ для любых t и τ. Ответьте на следующие вопросы:

1) Является ли данный процесс стационарным?
2) Посчитайте $\psi_s = \dfrac{\partial y_{t+s}}{\partial \varepsilon_t'}$ для $s = 0, 1,$ и 2. Чему равно ψ_s при $s \to \infty$?
3) Посчитайте, какая доля дисперсии ошибки прогноза переменной y_{1t} на два шага вперед, $E\left[y_{1,t+2} - E(y_{1,t+2} \mid y_t, y_{t-1}, ...)\right]^2$, приходится на шоки в $\varepsilon_{1,t+1}$ и $\varepsilon_{1,t+2}$.

Задание 4.
Рассмотрим стационарный VAR(1) процесс:

$$\begin{aligned} y_t &= \varphi_{yy} y_{t-1} + \varphi_{yx} x_{t-1} + \varepsilon_{yt} \\ x_t &= \varphi_{xy} y_{t-1} + \varphi_{xx} x_{t-1} + \varepsilon_{xt} \end{aligned} \quad \varepsilon_t \sim \text{многомерный белый шум}, \mathrm{E}(\varepsilon_t) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathrm{Var}(\varepsilon_t) = \Omega_t$$

и его VMA представление:

$$X_t = C(L)\varepsilon_t, \text{ где } C(L) = \sum_{i=0}^{\infty} C_i L^i .$$

1) Выразите коэффициенты VMA представление через коэффициенты VAR процесса.
2) Предположим дополнительно, что ковариационная матрица $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \begin{bmatrix} \sigma_y^2 & \gamma \\ \gamma & \sigma_x^2 \end{bmatrix}$.

   Найдите какую-нибудь нижнетреугольную матрицу H, такую что $H\varepsilon_t = u_t$, и $E(\mathrm{u}_t u_t') = D$ где D – диагональная матрица (не единичная).

Задание 5.
Рассмотрим процесс ARIMA(0,0,0) – ARCH(1):

$$y_t = \varepsilon_t \sqrt{\sigma_t^2}, \sigma_t^2 = w + \alpha y_{t-1}^2, \varepsilon_t \sim IIDN(0,1).$$

Найдите безусловное математическое ожидание, безусловную дисперсию и автоковариацию этого процесса.

Темы эссе

1. Прогнозирование макроэкономических данных.
2. Моделирование поведения фондовых индексов.
3. Проблема кажущейся регрессии и коинтеграция.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Кажущиеся тренды и регрессионные зависимости.
2. Тест Дикки-Фуллера на наличие единичных корней.
3. Мощность теста Дикки-Фуллера и выбор альтернативной гипотезы.
4. ADF тест и выбор числа лагов. Выбор формы теста. Влияние необратимости MA части на результаты ADF теста.
5. Проблема наличия нескольких единичных корней.
6. Виды единичных корней.
7. Непараметрический тест Филлипса и Перрона.
8. Альтернативные тесты на единичные корни. Тест КПСС.

9. Тесты на единичные корни со структурными сдвигами. Тест Перрона (с экзогенным структурным сдвигом).
10. Тест Эндрюса-Живота (с эндогенным структурным сдвигом). Тесты на единичные корни со множественными структурными сдвигами.
11. Методика исследования ряда со структурным сдвигом и ряда с единичным корнем.
12. Методика исследования типа нестационарности временного ряда *TS* или *DS*. Использование специализированного компьютерного пакета *E*views.
13. Регрессионные динамические модели. Авторегрессионые модели с распределенными лагами (*ADL*). Виды моделей, применение в практических исследованиях.
14. Причинность по Грэнджеру (Granger causality). Корреляция и причинно-следственная взаимосвязь.
15. Коинтеграция временных рядов. Связь корреляции и коинтеграции временных рядов.
16. Коинтеграция и модель коррекции ошибками (*Error Correction Model*). Тестирование коинтеграции.
17. Многомерные временные ряды. Структурная и приведенная формы многомерных моделей. Модели векторной авторегрессии (VAR). Проблема общих множителей для VARIMA моделей. Стационарность VAR моделей. Оценивание коэффициентов VAR моделей. Тестирование VAR моделей.
18. Структурные модели векторных авторегрессий (SVAR). Методы введения ограничений. A,B и AB модели. Функции импульсных откликов. Интерпретация, применение на практике. Декомпозиции дисперсий ошибок прогноза.
19. Тест Йохансена. Модели векторной коррекции ошибками(VECM).
20. Теорема Гренджера о представлении. Структурные модели векторной коррекции ошибками(SVECM).
21. Кластеризация волатильности и условная гетероскедастичность. GARCH модель и ее обобщения. Применение на практике.

Автор программы _____/Канторович Г.Г./