

**УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ КЫРГЫЗСТАНА»**

УТВЕРЖДЕНО
Ректор НОУ УНИК «МУК»
к.т.н., доцент Савченко Е.Ю.



Кафедра «Менеджмента и экономики»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Эконометрика» (продвинутый уровень)

Название и код направления подготовки «Экономика» 580100

Название профиля «Бухгалтерский учет в реальном секторе экономики»

Квалификация выпускника магистр

Форма обучения очная

**График проведения модулей
2-семестр**

неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Лекц.зан	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Прак./лаб зан	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

СОГЛАСОВАНО

Проректор по академическим вопросам
РАССМОТРЕНО:

профессор Мадалиев М.М.

Протокол заседания кафедры
№ 2 от 2 октября 2018 г.

Заведующий кафедрой «Менеджмента и экономики»
«2» _____ 2018 г.

к.э.н., доцент Зенина Е.В

Составитель

к.э.н., доцент Бегалиев С.А.

Директор Научной библиотеки
«3» _____ 2018 г.

Асанова Ж.Ш.

Бишкек 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Аннотация.....	3
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЕЙ)	5
1. Пояснительная записка	5
1.1 Миссия Университета.....	5
1.2 Цели и задачи изучения дисциплины.....	5
1.3 Формируемые компетенции, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения владения), сформулированные в компетентностном формате.....	5
1.4 Место дисциплины в основной образовательной программе (ООП).....	6
2. Структура дисциплины (модулей).....	7
3. Содержание дисциплины (модулей).....	9
4. Конспект лекций (смотри Приложение 1).....	9
5. Информационные и образовательные технологии.....	10
6. Фонд оценочных средств для текущего, рубежного и итогового контролей по итогам освоению дисциплины (модулей).....	12
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины	12
6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	12
6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	13
6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	14
Контрольные вопросы по курсу «Информационные системы в экономической науке»	14
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
7.1 Список источников и литературы.....	16
8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модулей)	16
обучающихся.....	17
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
10 Приложение.....	24

Аннотация

Рабочей программы дисциплины: «**Эконометрика (продвинутый уровень)**»

Целью преподавания дисциплины «**Эконометрика (продвинутый уровень)**» являются расширение представления о теоретических основах современных прикладных эконометрических методов анализа данных и формирование навыков применения инструментов эконометрики.

Основные задачи курса - изучение современных эконометрических методов и моделей, в том числе методов прикладной статистики (статистики случайных величин, многомерного статистического анализа, временных рядов, статистики нечисловых и интервальных данных), экспертного оценивания, эконометрических моделей инфляции, инвестиций, качества, прогнозирования и риска.

В соответствии с поставленной целью магистры должны с надлежащим качеством освоить:

- ✓ методику реализации и основных этапов эконометрического моделирования социально экономических процессов;
- ✓ практическую реализацию спецификации, параметризации и верификации эконометрических моделей;
- ✓ способы проверки адекватности эконометрической модели и всего процесса моделирования;
- ✓ технологию построения прогнозов и предсказаний на основе построенных моделей

1. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «**Эконометрика (продвинутый уровень)**» относится к циклу дисциплин специальной подготовки и является государственным компонентом. Изучение данного курса тесно связано с дисциплиной «Информационные системы в экономической науке».

1. Предполагаемые результаты изучения курса:

В результате освоения дисциплины магистрант:

1. должен знать:

- ✓ современные эконометрические модели для анализа состояния, и оценки различных хозяйственных систем;
- ✓ основные результаты новейших исследований, опубликованные в ведущих профессиональных журналах по проблемам макро-, микроэкономики, эконометрики; современные методы эконометрического анализа;
- ✓ современные программные продукты, необходимые для решения эконометрических задач;
- ✓ методологию и методы, используемые в педагогической психологии;
- ✓ основные отечественные и зарубежные психолого-педагогические подходы к проблемам обучения, воспитания, развития;

2. должен уметь:

- ✓ применять современный математический инструментарий для решения содержательных эконометрических задач(ОК-1);
- ✓ использовать современное программное обеспечение для решения экономико-статистических и эконометрических задач (ОК-2);
- ✓ количественно оценивать взаимосвязи реальных финансово-экономических процессов, интерпретировать получаемые результаты, строить надёжные прогнозы в условиях неопределённости; (ОК-3,4);
- ✓ применять знания, к анализу типовых психолого-педагогических ситуаций и взаимодействий(ОК-5,6);

3. должен владеть:

- методикой и методологией проведения научных исследований в профессиональной сфере (ПК-1-4);
- навыками и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных эконометрических моделей (ПК-5-10);
- навыками самостоятельной исследовательской работы (ПК-14);
- навыками микроэкономического и макроэкономического моделирования с применением современных инструментов; современной методикой построения эконометрических моделей (ПК-5-10);
- навыками совершенствования и развития своего научного потенциала(ПК-11-12)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 90 часов, 3 зачетных единиц. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

2. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» относится к циклу дисциплин специальной подготовки и является государственным компонентом. Изучение данного курса тесно связано с дисциплиной «Информационные системы в экономической науке». Магистр должен быть способным:

АК-5. Использовать базы данных, пакеты прикладных программ в предметной области.

АК-6. Использовать фундаментальные экономические знания в профессиональной деятельности.

Требования к социально-личностным компетенциям магистра

Магистр должен быть способным:

СЛК-1. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности.

СЛК-2. Формировать и аргументировать собственные суждения и профессиональную позицию.

СЛК-3. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

СЛК-4. Работать в команде, руководить и подчиняться.

СЛК-5. Проявлять инициативу и креативность, в том числе в нестандартных ситуациях.

СЛК-6. Оказывать личным примером позитивное воздействие на окружающих и участников профессиональной деятельности с точки зрения соблюдения норм и правил здорового образа жизни, активной творческой жизненной позиции.

СЛК-7. Адаптироваться к новым ситуациям социально-профессиональной деятельности, реализовывать накопленный опыт, свои возможности.

Требования к профессиональным компетенциям магистра

Магистр должен быть способен: Инновационная деятельность

ПК-3. Осваивать и внедрять современные инновационные подходы в управлении, экономике, маркетинге.

Проектная

ПК-5. Разрабатывать и внедрять в производственно-торговый процесс маркетинговые проекты любого уровня сложности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЕЙ)

1. Пояснительная записка

1.1 Миссия Университета:

«Подготовить профессионалов к своей будущей деятельности, путем создания новых знаний, способствовать сохранению и приумножению нравственных, культурных и научных ценностей общества»

1.2 Цели и задачи изучения дисциплины

Учебная программа по дисциплине «**Эконометрика (продвинутый уровень)**» разработана для магистрантов специальности «Бухгалтерский учет в реальном секторе экономики»

Настоящая дисциплина относится к циклу общих дисциплин направления и базовому блоку дисциплин, обеспечивающих профессиональную подготовку магистра.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Математическая статистика;

Эконометрика;

Для освоения учебной дисциплины, магистры должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- ✓ Знать свойства статистических оценок
- ✓ Знать основные семейства вероятностных распределений
- ✓ Уметь тестировать статистические гипотезы

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

Научно-исследовательская практика; Курсовая работа; Научно-исследовательский семинар;

Выпускная квалификационная работа;

Целью преподавания дисциплины «**Эконометрика (продвинутый уровень)**» являются расширение представления о теоретических основах современных прикладных эконометрических методов анализа данных и формирование навыков применения инструментов эконометрики.

Основные задачи курса - изучение современных эконометрических методов и моделей, в том числе методов прикладной статистики (статистики случайных величин, многомерного статистического анализа, временных рядов, статистики нечисловых и интервальных данных), экспертного оценивания, эконометрических моделей инфляции, инвестиций, качества, прогнозирования и риска.

Целью курса изучения "Эконометрика (продвинутый курс)" является знакомство с эконометрическими моделями и методами, выработка навыков их применения для анализа социально-экономических явлений и процессов.

Магистры при изучении данной дисциплины должны уметь использовать методы эконометрики для прикладных целей. Основные задачи дисциплины: научить магистрантов: выбирать эконометрический метод для решения поставленной задачи; интерпретировать уравнение регрессии, определять и устранять мультиколлинеарность; осуществлять аналитическое выравнивание временного ряда, оценивать параметры уравнения тренда; диагностировать и анализировать социально-экономические проблемы и процессы в организации.

Программа дисциплины включает следующие разделы: общие понятия о моделях и методах эконометрического моделирования, парная и множественная регрессия, парная регрессия и корреляция, множественная регрессия и корреляция, спецификация переменных в уравнениях регрессии, временные ряды в эконометрических исследованиях, системы эконометрических уравнений.

1.3 Формируемые компетенции, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения владения), сформулированные в компетентностном формате.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: Изучив курс «**Эконометрика (продвинутый уровень)**», магистр должен знать:

- ✓ современные эконометрические модели для анализа состояния, и оценки различных хозяйственных систем;
- ✓ основные результаты новейших исследований, опубликованные в ведущих профессиональных журналах по проблемам макро-, микроэкономики, эконометрики; современные методы эконометрического анализа;
- ✓ современные программные продукты, необходимые для решения эконометрических задач;
- ✓ методологию и методы, используемые в педагогической психологии;
- ✓ основные отечественные и зарубежные психолого-педагогические подходы к проблемам обучения, воспитания, развития;

2. должен уметь:

- ✓ применять современный математический инструментарий для решения содержательных эконометрических задач(ОК-1);
- ✓ использовать современное программное обеспечение для решения экономико-статистических и эконометрических задач (ОК-2);
- ✓ количественно оценивать взаимосвязи реальных финансово-экономических процессов, интерпретировать получаемые результаты, строить надёжные прогнозы в условиях неопределённости; (ОК-3,4);
- ✓ применять знания, к анализу типовых психолого-педагогических ситуаций и взаимодействий(ОК-5,6);

3. должен владеть:

- методикой и методологией проведения научных исследований в профессиональной сфере (ПК-1-4);
- навыками и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных эконометрических моделей (ПК-5-10);
- навыками самостоятельной исследовательской работы (ПК-14);
- навыками микроэкономического и макроэкономического моделирования с применением современных инструментов; современной методикой построения эконометрических моделей (ПК-5-10);
- навыками совершенствования и развития своего научного потенциала(ПК-11-12)

1.4. Место дисциплины в основной образовательной программе (ООП)

Основные задачи дисциплины: научить магистрантов: выбирать эконометрический метод для решения поставленной задачи; интерпретировать уравнение регрессии, определять и устранять мультиколлинеарность; осуществлять аналитическое выравнивание временного ряда, оценивать параметры уравнения тренда; диагностировать и анализировать социально-экономические проблемы и процессы в организации.

2. Структура дисциплины (модулей)

Курс дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» рассчитан на 3 кредитных часа в 1 семестре и включает 90 академических часа:

из них 48 часа аудиторной работы (16 недель x 3 часа = 48 часов);

28 часов самостоятельной работы студента (СРМ);

14 часов самостоятельной работы магистранта с преподавателем (СРМП).

Частотность аудиторных занятий 3 академических часов в неделю, продолжительность учебного процесса 16 недель в 2 семестре, который заканчиваются экзаменом.

Календарно-тематический план

№ п/п	Раздел, Темы Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Сем. зан/лаб. занятия	СРМ	СРМП	
Модуль 1 Раздел 1. Проблемы эконометрического исследования								
1	Тема 1. Теория и практика. Проблемы изучения экономических процессов с использованием методов регрессионного анализа. Примеры подмены результатов.	2	1-2	4	2	4	2	Опрос
2	Тема 2. Случайные процессы в экономике. Вероятностный эксперимент. Эксперимент Монте-Карло.	2	3-4	4	2	4	2	Опрос, доклад
3	Тема 3. Гетероскедастичность и мультиколлинеарность.	2	5-6	4	2	4	2	Опрос, коллоквиум, доклад
4	Тема 4. Построение моделей с разнотипными переменными.	2	7-8	4	1	2	1	
5	Модуль 1 (промежуточный контроль)	2	8		1			Контрольная работа
6	Итого			16	8	14	7	45
Модуль 2. Временные ряды								
7	Тема 5.	2	9-	4	2		2	Опрос,

	Тема 5. Временные ряды. Стационарность временного ряда. Модели ARMA системы в управлении предприятием							
8	Тема 6. Панельные данные. Модель с фиксированными эффектами.	2	11-12-13	6	3		2	Опрос, кейсы
9	Тема 7. Качество моделирования. Прогнозирование. Прогнозирование и предварительное тестирование на основании эконометрических моделей.	2	14, 15, 16	6	2	14	3	Опрос, доклад, коллоквиум
10	Модуль 2 (промежуточный контроль)	2	10		1			Контрольная работа
11	Итого			16	8	14	7	45
12	Всего			32	16	28	14	90

3. Содержание дисциплины (модулей)

№	Наименование раздела, темы дисциплины	Краткое содержание
1	Тема 1. Теория и практика	Проблемы изучения экономических процессов с использованием методов регрессионного анализа.
2	Тема 2. Случайные процессы в экономике.	Вероятностный эксперимент. Эксперимент Монте-Карло
3	Тема 3. Гетероскедастичность и мультиколлинеарность.	Гетероскедастичность и методы её устранения. Влияние мультиколлинеарности на результаты оценивания и способы её устранения
4	Тема 4. Построение моделей с разнотипными переменными.	Модели с фиктивными переменными. Модели с дискретной зависимой переменной. Модели с дискретной зависимой переменной. Метод максимального правдоподобия
5	Тема 5. Временные ряды	Стационарность временного ряда. Модели ARMA. Модели ARCH. Модели GARCH
6	Тема 6. Панельные данные.	Введение. Основные обозначения. Модель с фиксированными эффектами. Модель со случайными эффектами. Динамические модели. Обобщённый метод моментов
7	Тема 7. Качество моделирования	Проблемы выбора модели. Качество оценки. Прогнозирование. Прогнозирование и предварительное тестирование на основании эконометрических моделей в Business Studio. Формализация стратегии в соответствии с методологией BSC. Создание модели бизнес-процессов в Business Studio. Нотации IDEF0, Процесс, Процедура, EPC.

4. Конспект лекций (смотри Приложение 1)

5. Информационные и образовательные технологии

В разделе УМК даются пояснения по организации всех видов учебной работы, методам их проведения, с учетом значимости в изучении дисциплины (модулей) и прогнозируются ожидаемые результаты.

Информационные и образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебной работы	Формируемые компетенции (указывается код компетенции)	Информационные и образовательные технологии
1	2	3	4	5
1.	Тема 1. Теория и практика Проблемы изучения экономических процессов с использованием методов регрессионного анализа. Примеры подмены результатов.	Лекция 1. Семинар Самостоятельная работа	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-14	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Развернутая беседа с обсуждением доклада
2.	Тема 2. Случайные процессы в экономике. Вероятностный эксперимент. Эксперимент Монте-Карло	Лекция 2. Семинар Самостоятельная работа	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-12.	Развернутая лекция с использованием раздаточных материалов Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций Развернутая беседа с обсуждением доклада
3.	Тема 3. Гетероскедастичность и мультиколлинеарность. Гетероскедастичность и методы её устранения. Влияние мультиколлинеарности на результаты оценивания и способы её устранения	Лекция 3. Семинар Самостоятельная работа	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-12.	Развернутая лекция с использованием раздаточных материалов Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Развернутая беседа с обсуждением доклада
4.	Тема 4. Построение моделей с разнотипными переменными. Модели с фиктивными переменными. Модели с дискретной зависимой переменной. Модели с дискретной зависимой переменной. Метод максимального правдоподобия	Лекция 4. Семинар Самостоятельная работа	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-12.	Развернутая лекция с использованием раздаточных материалов Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций Развернутая беседа с обсуждением доклада
5.	Тема 5.	Лекция 5.	АК-5, АК-6,	Развернутая лекция с использованием

	<p>Временные ряды.</p> <p>Стационарность временного ряда. Модели ARMA. Модели ARCH.</p>	Семинар	<p>СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6;</p> <p>ПК-1-7, ПК-8-12.</p>	<p>раздаточных материалов</p> <p>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций</p>
6.	<p>Тема 6. Панельные данные. Введение. Основные обозначения. Модель с фиксированными эффектами. Модель со случайными эффектами. Динамические модели. Обобщённый метод моментов</p>	<p>Лекция 6.</p> <p>Семинар</p>	<p>АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6;</p> <p>ПК-1-7, ПК-8-12.</p>	<p>Развернутая лекция с использованием раздаточных материалов</p> <p>Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</p>
7.	<p>Тема 7. Качество моделирования</p> <p>Проблемы выбора модели. Качество оценки. Прогнозирование. Прогнозирование и предварительное тестирование на основании эконометрических моделей в Business Studio. Формализация стратегии в соответствии с методологией BSC. Создание модели бизнес-процессов в Business Studio. Нотации IDEF0, Процесс, Процедура, EPC.</p>	<p>Лекция 7.</p> <p>Семинар</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6;</p> <p>ПК-1-7, ПК-8-12.</p>	<p>Лекция с разбором конкретных ситуаций</p> <p>Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</p> <p>Развернутая беседа с обсуждением доклада</p>

6. Фонд оценочных средств для текущего, рубежного и итогового контролей по итогам освоению дисциплины (модулей)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины представляется в виде таблицы:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модулей)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Проблемы эконометрического исследования	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-12.	Баллы
2	Временные ряды	АК-5, АК-6, СЛК-4, СЛК-5, СЛК-6; ПК-1-7, ПК-8-12.	Баллы

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Методические материалы составляют систему текущего, рубежного и итогового (экзамена) контролей освоения дисциплины (модулей), закрепляют виды и формы текущего, рубежного и итогового контролей знаний, сроки проведения, а также его сроки и формы проведения (устный экзамен, письменный экзамен и т.п.). В системе контроля указывается процедура оценивания результатов обучения, при использовании балльнорейтинговой системы приводится таблица с баллами и требованиями к пороговым значениям достижений по видам деятельности обучающихся; показывается механизм получения оценки (из чего складывается оценка по дисциплине (модулю)).

Форма контроля	Срок отчетности	Макс. количество баллов	
		За одну работу	Всего
Текущий контроль:			
Опрос	1, 2, 3, 4, 5,6,7,8 недели	10 баллов	До 45 баллов
Участие в дискуссии на семинаре	1, 2, 3, 4, 5,6,7,8 недели	6 баллов	До 45 баллов
посещаемость	1, 2, 3, 4, 5,6,7,8 недели	0,3	10 баллов
Рубежный контроль (сдача модуля)	8 неделя	100%*0,2 =20 баллов	
Итого за I модуль		До 100 баллов	

Форма контроля	Срок отчетности	Макс. количество баллов	
		За одну работу	Всего
Текущий контроль:			
Опрос	9,10,11, 12, 13, 14, 15, 16 недели	10 баллов	До 45 баллов
Участие в дискуссии на семинаре	9,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 недели	6 баллов	До 45 баллов
посещаемость	9,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 недели	0,3	10 баллов
Рубежный контроль (сдача модуля)	15 неделя	100% ^x 0,2=20 баллов	
Итого за II модуль		До 100 баллов	
Итоговый контроль (экзамен)	Сессия	ИК = Бср x 0,8 + Бэкз x 0,2	

Экзаменатор выставляет по результатам балльной системы в семестре экзаменационную оценку без сдачи экзамена, набравшим суммарное количество баллов, достаточное для выставления оценки от 55 и выше баллов - автоматически (при согласии обучающегося).

Полученный совокупный результат (максимум 100 баллов) конвертируется в традиционную шкалу:

Рейтинговая оценка (баллов)	Оценка экзамена
От 0 - до 54	неудовлетворительно
от 55 - до 69 включительно	удовлетворительно
от 70 - до 84 включительно	хорошо
от 85 - до 100	отлично

6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания Текущий контроль (0 - 100 баллов)

При оценивании посещаемости, опроса и участия в дискуссии на семинаре учитываются:

- посещаемость (10 баллов);
- степень раскрытия содержания материала (30 баллов);
- изложение материала (грамотность речи, точность использования терминологии и символики, логическая последовательность изложения материала (30 баллов);
- знание теории изученных вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков (30 баллов).

Рубежный контроль (0 - 100 баллов)

При оценивании контрольной работы учитывается:

- полнота выполненной работы (задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности) - 20 баллов;
- обоснованность содержания и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование содержания и выводов недостаточны, но рассуждения верны) - 40 баллов;
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и обосновании нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность - 40 баллов.

Итоговый контроль (экзаменационная сессия) - ИК = Бср^x 0,8 + Бэкз^x 0,2 При проведении итогового контроля обучающийся должен ответить на 3 вопроса (два вопроса теоретического характера и один вопрос практического характера).

При оценивании ответа на вопрос теоретического характера учитывается:

- теоретическое содержание не освоено, знание материала носит фрагментарный характер, наличие грубых ошибок в ответе (3 балла);
- теоретическое содержание освоено частично, допущено не более двух-трех недочетов (3

баллов);

- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного- двух недочетов, но обучающийся смог бы их исправить самостоятельно (5 баллов);
- теоретическое содержание освоено полностью, ответ построен по собственному плану (5 баллов).

При оценивании ответа на вопрос практического характера учитывается:

- ответ содержит менее 20% правильного решения (4 балла);
- ответ содержит 21-89 % правильного решения (5 баллов);
- ответ содержит 90% и более правильного решения (5 баллов).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Раздел УМК включает образцы оценочных средств, примерные перечни вопросов и заданий в соответствии со структурой дисциплины и системой контроля.

Контрольные вопросы по курсу «Эконометрика (продвинутый уровень)»

Тема 1. Проблемы эконометрического исследования

1. Дайте определение эконометрики. Опишите цели и задачи эконометрики.
2. Опишите виды моделей, используемых в эконометрическом анализе.
3. Определение репрезентативность выборки.
4. Сформулируйте закон нормального распределения
5. Определите точку безубыточности.
6. Понятие функция. Способы задания функции. Виды функций.
7. Регрессия.
8. Регрессионный анализ.
9. В каких случаях проводится корреляционно-регрессионный анализ данных.
10. Что такой системный анализ?

Тема 2. Случайные процессы в экономике.

1. Что понимается под случайным процессом?
2. Сформулируйте основную цель эконометрики.
3. Ошибки в эконометрическом исследовании.
4. Методы оценивания в эконометрических исследованиях.
5. Основные ошибки при построении модели в эконометрике – подмена результатов.
6. Этапы вероятностного эксперимента
7. Поясните смысл коэффициента вероятностного эксперимента Монте-Карло, способы его оценивания.
8. Сформулируйте этапы эксперимента Монте-Карло при анализе экономических показателей.
8. Определите критерий Бреуша-Пагана для выявления гетероскедастичности.
9. Оценка параметры уравнения регрессии методом максимального правдоподобия.
10. Применение моделей с фиктивными переменными.
11. Охарактеризуйте модели с фиксированными эффектами.
12. Охарактеризуйте модели со случайными эффектами.
13. Методика линеаризация модели.
14. Определение стационарного временного ряда в узком и широком смысле.

Тема 3. Гетероскедастичность и мультиколлинеарность.

1. Определите критерий Бреуша-Пагана для выявления гетероскедастичности.
2. Оценка параметры уравнения регрессии методом максимального правдоподобия.
3. Применение моделей с фиктивными переменными.
4. Охарактеризуйте модели с фиксированными эффектами.
5. Охарактеризуйте модели со случайными эффектами.
6. Методика линеаризация модели.

Тема 4. Построение моделей с разнотипными переменными.

1. Качество оценок параметров эконометрических моделей
2. Дайте характеристику моделям бинарного выбора.
3. Оцените производственную функцию Кобба-Дугласа
4. Охарактеризуйте причины изменчивости структуры модели и способы её отображения в уравнении модели?
5. Сформулируйте особенности оценки коэффициентов моделей с переменной структурой
6. Сформулируйте критерии постоянства и изменчивости структуры.
7. Сформулируйте проблемы графического изображения связи между показателями уравнения регрессии.
8. Сформулируйте критерии для проверки гипотезы о гомоскедастичности остатков.
9. Приведите примеры использования нелинейных регрессий в анализе макро-микроэкономической деятельности.
10. Приведите примеры использования нелинейных регрессий в анализе микроэкономической деятельности.
11. Анализ проблем сбора и обработки информации необходимой для построения моделей.

Тема 5. Временные ряды.

1. Сформулируйте особенности оценки коэффициентов моделей с переменной структурой
2. Сформулируйте критерии постоянства и изменчивости структуры.
3. Сформулируйте проблемы графического изображения связи между показателями уравнения регрессии.
4. Сформулируйте критерии для проверки гипотезы о гомоскедастичности остатков.
5. Приведите примеры использования нелинейных регрессий в анализе макро-микроэкономической деятельности.
6. Приведите примеры использования нелинейных регрессий в анализе микроэкономической деятельности.
7. Анализ проблем сбора и обработки информации необходимой для построения моделей.
8. Определите количество фиктивных переменных в модели для учета региональных различий, если данные собраны по девяти регионам

Тема 6. Панельные данные.

1. Интерпретация параметров уравнения по первым разностям уровней рядов.
2. Интерпретация параметра при факторе времени в моделях регрессии с включением фактора времени
3. Дайте определение панельным данным
4. Определите панельные данные, собранные в ходе двух независимых опросов.
5. Интерпретация модели с распределенным лагом
6. Перечислите абсолютные и относительные показатели силы связи модели с распределенным лагом.
7. Интерпретация параметров модели авторегрессии.
8. Определите специфику долгосрочного лага в модели авторегрессии
9. Область применения теста Хаусмана

Определите точность предсказания значения зависимой переменной на основе уравнения

Тема 7. Качество моделирования.

1. Интерпретация параметра при факторе времени в моделях регрессии с включением фактора времени
2. Дайте определение панельным данным
3. Определите панельные данные, собранные в ходе двух независимых опросов.
4. Интерпретация модели с распределенным лагом
5. Перечислите абсолютные и относительные показатели силы связи модели с распределенным лагом.

6. Интерпретация параметров модели авторегрессии.

Тема 8. Прогнозирование.

1. Перечислите основные этапы обобщенного МНК.

2. Определите коинтеграция временных рядов.

3. Методика тестирования двух временных рядов на коинтеграцию.

4. Сущность метода взятие разностей.

5. Дайте определение «ротационная панель»

6. Определите различие микро- и макроэкономических панелей данных.

7. Перечислите модели, применяемые для анализа панельных данных.

8. Опишите оценивание параметров модели с фиксированными эффектами.

9. Определите порядок изучения модели со случайными эффектами при анализе панельных данных

10. Сформулируйте практическое применение несбалансированных моделей в исследовании панельных данных.

11. Охарактеризуйте роль временных эффектов при построении моделей с панельными данными.

Тематика рефератов

1. Практическая значимость эконометрических расчетов в условиях рыночной экономики.

2. Нелинейные модели регрессии и их применение

3. Принцип максимального правдоподобия. Сравнение оценок МНК и метода максимального правдоподобия при нормальном распределении ошибок в классической линейной регрессии.

4. Модель распределения доходов Энгеля.

5. Регрессионные динамические модели. Модели адаптивных ожиданий.

6. Для корректного сравнения моделей FE и RE при условии гомоскедастичности и отсутствия корреляции ошибок наблюдений используется тест Хаусмана.

7. Модель RE позволяет получить оценки параметров перед переменными, не меняющимися во времени.

8. Модель Хаусмана –Тейлора используется для получения оценок параметров перед переменными, не меняющимися во времени, при условии отсутствия корреляции между индивидуальным эффектом и переменными правой части.

9. Статья Das, Newey, Vella (2003) описывает процедуру оценивания параметров модели в присутствии выборочной селективности, эндогенности и нормального распределения ошибок.

10. Релевантность и валидность инструментов является достаточным условием состоятельности оценок параметров в модели Arellano-Bond.

11. При оценивании параметров квантильной регрессии минимизируются взвешенные квадраты остатков.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Список источников и литературы

Основная

1. Информационные системы и технологии: электронный учебник / под ред. доц., к.т.н. С. А. Бегалиева. – Б.: «БФЭА», 2007. – 824 с. – Серия: Основы экономических наук.
2. Бегалиев С. А. Справочно-Поисковая Система EXCEL: Электронное учебно-методическое указание.
3. Бегалиев С. А. Эконометрика (продвинутый курс): Электронный учебник, конспект лекций и методическое пособие по решению практических задач и варианты задач, «МУК», 2017. - 956с.
4. Елисеева, И.И. Эконометрика учебник для магистров: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям / [И. И. Елисеева и др.]; под ред. И. И. Елисеевой; Санкт-Петербургский гос. ун-т экономики и финансов. Москва, 2012. - 453 с. ISBN: 978-5-9916-1930-1
5. Балдин К. В. Эконометрика: учебник / К. В Балдин, В. Н Башлыков, Н. А. Брызгалов; ред. В. Б. Уткин. - М.: Дашков и К, 2009. - 564 с. - ISBN 978-5-394-00431-5.
6. Буравлев А. И. Эконометрика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям / А. Буравлев. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 163 с. - ISBN: 978-5-9963-0741-8
7. Валентинов, Вячеслав Аркадьевич. Эконометрика: практикум -2-е изд. – М.: Дашков и К, 2009. - 436 с. – ISBN 978-5-394-00428-5
8. Мхитарян В.С. Эконометрика: учебник / В.С. Мхитарян, М.Ю Архипова, В.А. Балаш; под ред. д-ра. экон. наук. проф. В. С. Мхитаряна. – М.: Проспект, 2009. – 384 с. ISBN 978-5-392-00188-0.

Дополнительная

1. Уткин, В.Б. Эконометрика: Учебник / под ред. проф. В.Б. Уткина – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2007. – 564 с. –ISBN 978-5- 91131-346-3 Магнус, Я.Р. Эконометрика. Начальный курс: учеб. пособие. / Я.Р Магнус, П.К.Катышев, А.А.Пересецкий. - М.: Дело, 2005. - 575с.- ISBN: 5-7749-0055-X
 2. Доугерти, Кристофер. Введение в эконометрику: учебник: пер. с англ: учебник / Кристофер Доугерти. - М.: Инфра-М, 2009. - 465 с. - ISBN: 978-5-16-003640-3
- Сетевые ресурсы и базы данных, поисковые системы Nigma, Google:
1. Эконометрика. начальный курс с основами теории вероятностей и математической статистики / Научная электронная библиотека; сост. Ежова Л.Н. – Электрон. дан. – Иркутск, 2008 - Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=13527129>
 1. STI Centre for Economics в Бристольском университете. / базы данных по эконометрике на англ. яз Режим доступа: <http://www.economics.ltsn.ac.uk/teaching/text/advancedeconometricsquantitative.htm>
 2. Журнал «Прикладная эконометрика» Режим доступа: <http://znanium.com/catalog>
 3. Моргулис-Якушев, Савельев Петр, Ресурсы по статистике и эконометрике. Режим доступа: <http://dist-economics.eu.spb.ru/HTML/predmet/econometrics.htm>
 4. Международный эконометрический журнал на русском языке «Квантиль». Режим доступа: <http://quantile.ru/>
 5. Ссылки на журналы по эконометрике. Режим доступа: <http://econometriclinks.com/>

7.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины осуществляется в учебном кабинете «Эконометрика (продвинутый уровень)».

Оборудование учебного кабинета:

Компьютерный класс с лицензионным программным обеспечением

Экранно-звуковые пособия:

1. Комплекты презентационных слайдов по всем разделам курсов Информационно-коммуникативные средства

1. Браузер;
2. Геоинформационная система, позволяющая реализовать требования стандарта по предметам, использующим картографический материал. Интегрированные творческие среды;
3. Клавиатурный тренажер;
4. Мультимедиа проигрыватель;
5. Операционная система;
6. Почтовый клиент (входит в состав операционных систем или др.);
7. Программа для организации аудиоархивов;
8. Программа для организации общения и групповой работы с использованием компьютерных сетей;
9. Программа для проведения видеомонтажа и сжатия видеофайлов;
10. Программа для просмотра статических изображений;
11. Программа-переводчик, многоязычный электронный словарь;
12. Программные средства;
13. Редактор Web-страниц;
14. Редакторы векторной и растровой графики;
15. Система автоматизированного проектирования;
16. Система программирования;
17. Система управления базами данных, обеспечивающая необходимые требования;
18. Файловый менеджер (в составе операционной системы или др.).

Печатные пособия:

Схемы:

1. Алгоритмические конструкции;
2. Блок-схемы;
3. Виды информационных процессов;
4. Виды информационных ресурсов;
5. Графический пользовательский интерфейс;
6. Информация, арифметика информационных процессов;
7. Логические операции;
8. Моделирование, формализация, алгоритмизация;
9. Основные этапы разработки программ;
10. Представление информации;
11. Системы счисления;
12. Структуры баз данных;
13. Структуры веб-ресурсов.

Плакаты:

1. Архитектура компьютера;
2. Архитектура компьютерных сетей;
3. Виды профессиональной информационной деятельности человека и используемые инструменты (технические средства и информационные ресурсы);
4. История информатики;
5. Организация рабочего места и техника безопасности;
6. Раскладка клавиатуры, используемая при клавиатурном письме.

Технические средства обучения:

1. Web-камера;
2. Внешний накопитель информации;
3. Источник бесперебойного питания;
4. Комплект оборудования для подключения к сети Интернет;
5. Комплект сетевого оборудования;

6. Копировальный аппарат;
 7. Мобильное устройство для хранения информации (флеш-память);
 8. Мультимедиа проектор;
 9. Персональный компьютер – рабочее место ученика;
 10. Персональный компьютер – рабочее место учителя;
 11. Принтер лазерный;
 12. Принтер лазерный сетевой;
 13. Принтер цветной;
 14. Сервер;
 15. Сканер;
 16. Специальные модификации устройств для ручного ввода текстовой информации и манипулирования экранными объектами – клавиатура и мышь (и разнообразные устройства аналогичного назначения);
 17. Устройства ввода/вывода звуковой информации – микрофон, наушники ;
 18. Устройства вывода/ вывода звуковой информации – микрофон, колонки и наушники;
 19. Устройства для записи (ввода) визуальной и звуковой информации;
 20. Устройства для создания музыкальной информации (музыкальные клавиатуры);
 21. Устройства создания графической информации (графический планшет);
 22. Устройство для чтения информации с карты памяти (картридер);
 23. Цифровая видеокамера;
 24. Цифровой фотоаппарат;
 25. Экран (на штативе или настенный).;
- Ссылки на интернет-ресурсы и др.
 -

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модулей)

1. EconLit (EBSCO) URL: [http:// search.ebscohost.com](http://search.ebscohost.com)
2. Журналы Кембриджского университета URL:<http://iournals.cambridge.org>
3. Журналы Оксфордского университета URL:<http://www.oxfordjournals.org>
4. Книги и журналы издательства Springer URL:<http://www.springerlink.com>
5. Ресурсы издательства Elsevier URL:<http://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы издательства Wiley-Blackwell URL:<http://www3.interscience.wiley.com> JSTOR - <http://www.jstor.org>
7. Научная электронная библиотека e-library.ru URL:<http://elibrary.ru> Электронная библиотека «Киберленинка» URL: <http://cyberleninka.ru>

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

8.1 Планы практических (семинарских) и лабораторных занятий. Методические указания по организации и проведению.

Введение Цели и задачи предмета. Общее ознакомление с разделами программы и методами их изучения. Взаимосвязь дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» с другими дисциплинами специальности.

Раздел 1. Проблемы эконометрического исследования.

Тема 1. Теория и практика.

Проблемы изучения экономических процессов с использованием методов регрессионного анализа.

Примеры подмены результатов

Тема 2. Случайные процессы в экономике.

Вероятностный эксперимент. Эксперимент Монте-Карло.

Тема 3. Гетероскедастичность и мультиколлинеарность.

Гетероскедастичность и методы её устранения. Влияние мультиколлинеарности на результаты оценивания и способы её устранения.

Тема 4. Построение моделей с разнотипными переменными.

Модели с фиктивными переменными. Модели с дискретной зависимой переменной. Модели с дискретной зависимой переменной. Метод максимального правдоподобия.

Тема 5. Временные ряды.

Стационарность временного ряда. Модели ARMA. Модели ARCH. Модели GARCH.

Тема 6. Панельные данные.

Введение. Основные обозначения. Модель с фиксированными эффектами. Модель со случайными эффектами. Динамические модели. Обобщённый метод моментов.

Тема 7. Качество моделирования.

Проблемы выбора модели. Качество оценки. Прогнозирование. Прогнозирование и предварительное тестирование на основании эконометрических моделей.

8.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулей)

Недели	Темы самостоятельных работ	часы	Рекомендуемая литература
1-8	1. Практическая значимость эконометрических расчетов в условиях рыночной экономики.	14	<p>1. Елисеева, И.И. Эконометрика учебник для магистров: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям / [И. И. Елисеева и др.]; под ред. И. И. Елисеевой; Санкт-Петербургский гос. ун-т экономики и финансов. Москва, 2012. - 453 с. ISBN: 978-5-9916-1930-1</p> <p>2. Балдин К. В. Эконометрика: учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, Н. А. Брызгалов; ред. В. Б. Уткин. - М.: Дашков и К, 2009. - 564 с. - ISBN 978-5-394-00431-5.</p> <p>3. Буравлев А. И. Эконометрика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям / А. Буравлев. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. - 163 с. - ISBN: 978-5-9963-0741-8</p> <p>4. Валентинов, Вячеслав Аркадьевич. Эконометрика: практикум -2-е изд. - М.: Дашков и К, 2009. - 436 с. - ISBN 978-5-394-00428-5</p>
	2. Нелинейные модели регрессии и их применение		
	3. Принцип максимального правдоподобия. Сравнение оценок МНК и метода максимального правдоподобия при нормальном распределении ошибок в классической линейной регрессии.		

9-16	4. Модель распределения доходов Энгеля. 5. Регрессионные динамические модели. Модели адаптивных ожиданий.	14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Елисеева, И.И. Эконометрика учебник для магистров: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям / [И. И. Елисеева и др.]; под ред. И. И. Елисеевой; Санкт-Петербургский гос. ун-т экономики и финансов. Москва, 2012. - 453 с. ISBN: 978-5-9916-1930-1 2. Балдин К. В. Эконометрика: учебник / К. В Балдин, В. Н Башлыков, Н. А. Брызгалов; ред. В. Б. Уткин. - М.: Дашков и К, 2009. - 564 с. - ISBN 978-5-394-00431-5. 3. Буравлев А. И. Эконометрика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям / А. Буравлев. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 163 с. - ISBN: 978-5-9963-0741-8 4. Валентинов, Вячеслав Аркадьевич. Эконометрика: практикум -2-е изд. – М.: Дашков и К, 2009. - 436 с. – ISBN 978-5-394-00428-5
------	--	----	--

8.3 Методические рекомендации по подготовке письменных работ

Основные требования к реферату (докладу). В работе должен быть отражен современный подход к анализируемой проблеме. Необходимо изложить точку зрения различных авторов. Объем реферата должен составлять до 10 страниц. По материалам реферата студент должен подготовить доклад на 5 минут и выступить с ним на семинарском занятии.

Студент должен показать умение: использовать источники экономической, социальной, управленческой информации;
Кроме того, учащийся должен владеть современными методами сбора, обработки и анализа финансовых данных.

8.4 Иные материалы

В конце курса дисциплины, студенты должны написать свои рефераты, доклады по изученным темам.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины, и способы их применения:

- Компьютерное и мультимедийное оборудование;
- Видео - аудиовизуальные средства обучения;
- Ссылки на Интернет-ресурсы и др.

Содержание

Тема 1. Классическая линейная модель множественной регрессии и обычный метод наименьших квадратов (МНК)	6
1.1. Запись классической линейной модели множественной регрессии в теоретическом и эмпирическом вариантах	9
1.2. Условия реализации обычного МНК. Теорема Гаусса – Маркова	9
1.3. Учет линейных ограничений в модели регрессии	10
1.4. Неоднородность в данных и учет структурных изменений в уравнении регрессии.	10
Тема 2. Обобщенный МНК. Оценивание параметров линейной модели в условиях мультиколлинеарности	11
2.1. Мультиколлинеарность факторов, её проявление, способы обнаружения и борьбы с ней.	12
2.2. Обобщенный МНК и его свойства, теорема Айткена	13
2.3. Метод максимального правдоподобия	13
Тема 3. Неопределенность при спецификации модели выбор спецификации. Нелинейный МНК	14
3.1. Исключение существенной переменной из регрессии и его последствия	16
3.2. Включение несущественной переменной в регрессионную модель и его последствия.	16
3.3. Ошибки выбора формы модели и их последствия	16
Тема 4. Гетероскедастичность. Взвешенный МНК	17
4.1. Обнаружение гетероскедастичности	19
4.2. Устранение последствий гетероскедастичности с помощью взвешенного МНК	19
Тема 5. Тренд-сезонные модели. Автокорреляция	20
5.1. Тренд-сезонные модели временных рядов	24
5.2. Стационарные и нестационарные дискретные случайные процессы	24
5.3. Модели стационарных временных рядов и методы их построения	26
5.4. Модели нестационарных ВР и методы их построения	27
Тема 6. Лаговые зависимые переменные	28
Тема 7. Анализ моделей с качественными и цензурированными зависимыми переменными	30
7.1. Оценивание параметров моделей бинарного выбора с помощью метода максимального правдоподобия	32
7.2. Модели множественного выбора	34
7.3. Модели с цензурированными зависимыми переменными	34
Тема 8. Основные модели панельных данных	36
8.1. Преимущества панельных данных. Однонаправленные и двунаправленные модели панельных данных	39
8.2. Качество подгонки (goodness-of-fit)	39
8.3. Тестирование гипотез, решающих проблему выбора моделей панельных данных	41
Тема 9. Системы одновременных уравнений	42
9.1. Проблема идентификации	44
9.2. Косвенный, двухшаговый и трехшаговый МНК	46
9.3. Тестирование на экзогенность	48

Тема 1. Классическая линейная модель множественной регрессии и обычный метод наименьших квадратов (МНК)

Лекция 1

Аннотация. Рассматривается модель множественной регрессии в классической постановке и условия применимости обычного МНК при ограниченных выборках; теорема Гаусса – Маркова; вычислительная процедура МНК. Изложено оценивание линейной регрессии при наличии линейных ограничений, а также структурных изменений.

Ключевые слова: множественная регрессия, метод наименьших квадратов.

Методические рекомендации по изучению темы.

- Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Айвазян. С.А. Основы эконометрики. Т.2. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. -656 с.
2. Елисеева И. И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
3. Эконометрика: [Электронный ресурс] Учеб. пособие / А.И. Новиков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 144 с.: с. (<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=1#none>)
4. Уткин, В. Б. Эконометрика [Электронный ресурс] : Учебник / В. Б. Уткин; Под ред. проф. В. Б. Уткина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 564 с.
5. (<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=4#none>)
6. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
7. Тихомиров Н. П. Эконометрика: учебник. - М.: Экзамен, серия «Учебник Плехановской академии», 2007, -512 с.
8. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.
9. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.
10. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.
11. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.
12. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.

13. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Адекватность модели – соответствие построенной модели моделируемому реальному экономическому объекту или процессу.

Зависимая переменная — в регрессионной модели некоторая переменная Y , являющаяся функцией регрессии с точностью до случайного возмущения.

Интервальная оценка параметра — числовой интервал (a,b) , который с заданной вероятностью покрывает неизвестное значение параметра. Интервал (a,b) называется доверительным, а вероятность — доверительной вероятностью, или надежностью оценки. Интервальной оценкой параметра называют числовой интервал (доверительный интервал), который с заданной вероятностью покрывает неизвестное значение оцениваемого параметра. Интервальная оценка дает представление о точности и надежности точечной оценки параметра генеральной совокупности.

Коэффициент детерминации – одна из наиболее эффективных оценок адекватности регрессионной модели, мера качества уравнения регрессии. Коэффициент детерминации показывает, какая часть вариации зависимой переменной обусловлена вариацией объясняющей переменной. Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные. Если коэффициент детерминации равен единице, то эмпирические точки лежат на линии регрессии и между переменными X и Y существует линейная функциональная связь. Если коэффициент детерминации равен нулю, то вариация зависимой переменной полностью обусловлена воздействием неучтенных в модели переменных, и линия регрессии параллельна оси абсцисс. В случае парной линейной регрессионной модели коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции.

Метод наименьших квадратов — метод обработки статистических наблюдений, основанный на гипотезе нормальности ошибок измерения; применяется в корреляционном и регрессионном анализе; неизвестные параметры b_0 и b_1 выбираются таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений эмпирических значений y_i от значений \hat{y}_i , найденных по уравнению регрессии, была минимальной:

Мультиколлинеарность — высокая взаимная коррелированность объясняющих переменных; может проявляться в функциональной (явной) и стохастической (скрытой) формах.

Оценка параметра — всякая функция результатов наблюдений над случайной величиной X (иначе статистика), с помощью которой судят о значениях параметра.

Регрессия (Y по X) – зависимость условного математического ожидания $Mx(Y)$ случайной величины Y (при $X=x$) от x ; аналогично, регрессия (X по Y) – зависимость условного математического ожидания $Mu(Y)$ случайной величины X (при $Y=y$) от y .

Регрессионный анализ — 1) раздел математической статистики, изучающий характер связи между случайными переменными; 2) совокупность статистических методов обработки результатов экспериментов, позволяющих в условиях стохастической зависимости выходной переменной от входных параметров определить данную зависимость.

Вопросы для изучения:

1. Запись классической линейной модели множественной регрессии в теоретическом и эмпирическом вариантах.
2. Условия реализации обычного МНК. Теорема Гаусса – Маркова.
3. Учет линейных ограничений в модели регрессии.
4. Неоднородность в данных и учет структурных изменений в уравнении регрессии.

Список сокращений

МНК – метод наименьших квадратов

КЛММР – классическая линейная модель множественной регрессии

ММП – метод максимального правдоподобия

Запись классической линейной модели множественной регрессии в теоретическом и эмпирическом вариантах. КЛММР имеет вид:

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon.$$

Параметры такой теоретической модели α, β_j являются неизвестными константами. Поэтому на практике их заменяют полученными каким – либо методом оценками $\hat{\alpha}, \hat{\beta}_j$; получается эмпирическое уравнение регрессии:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_p x_p + e,$$

где e – остатки регрессии.

Условия реализации обычного МНК. Теорема Гаусса – Маркова. Для оценки параметров КЛММР при наличии определенных условий – нулевого математического ожидания остатков, постоянства дисперсии остатков, отсутствия их автокорреляции и независимости остатков от независимых переменных – можно использовать обычный МНК, и при этом оценки параметров будут наилучшими линейными несмещенными оценками среди всех альтернативных оценок этих параметров (теорема Гаусса – Маркова). Процедура реализации обычного МНК, состоит в построении системы нормальных уравнений по частным производным суммарных квадратов остатков регрессии по каждому оцениваемому параметру и решению этой системы любым уместным для этого способом.

Оценка статистического качества построенного уравнения регрессии проводится в двух аспектах: во – первых, проверяется качество уравнения в целом, во – вторых, проверяется качество каждого параметра в от дельности. Наконец, используются специальные процедуры для проверки выполнимости условий Гаусса – Маркова.

В первом случае используется статистика Фишера, которая проверяет гипотезу о существенности объяснения дисперсии зависимой переменной с помощью построенного уравнения регрессии по сравнению с тривиальным предсказанием, когда все наблюдаемые значения зависимой переменной заменяются ее средним значением.

Во втором случае с помощью теста Стьюдента проверяется значимость каждого параметра уравнения. Здесь используется соотношение между оценкой каждого параметра и стандартной ошибкой его оценки. Статистическая значимость параметра свидетельствует о существенности влияния соответствующего фактора на зависимую переменную, что играет важную роль в отборе значимых факторов в регрессии.

Проверка выполнимости условий Гаусса – Маркова сводится обычно тестированию наличия в исходных данных гетероскедастичности и автокорреляции.

Учет линейных ограничений в модели регрессии. Аналогичные процедуры и их разновидности используются также для проверки выполнимости ограничений в линейной форме и при учете структурных изменений в уравнениях регрессии. Самым

распространенным примером таких ограничений является запись производственной функции Кобба – Дугласа, где сумма степеней по каждому фактору производства должна равняться единице. Тестирование выполнимости ограничений состоит в сравнении сумм квадратов остатков уравнений регрессии, построенных с применением ограничений и без ограничений. Справедливость наложения ограничений оправдана незначительной разницей получаемых сумм квадратов остатков.

Неоднородность в данных и учет структурных изменений в уравнении регрессии. Неоднородность в данных часто возникает, если они имеют в разных диапазонах изменений независимых переменных различающиеся взаимосвязи зависимых переменных и независимых. При рассмотрении таких возможных структурных изменений вводятся фиктивные независимые переменные, которые отражают два различных качественных состояния признака (покупать – не покупать, вступать в законный брак – не вступать и т.д.). Проверка статистической значимости полученных оценок параметров при таких переменных позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии каких – либо структурных изменений в уравнении регрессии. Наиболее популярной процедурой здесь является тес Чоу, сравнивающий суммы квадратов остатков регрессий с введенными бинарными факторными переменными и без них. Наличие значимой разницы, которая оценивается через критерий Фишера, указывает на необходимость учета структурных изменений с помощью таких бинарных переменных.

Тема 2. Обобщенный МНК. Оценивание параметров линейной модели в условиях мультиколлинеарности.

Лекция 1

Аннотация. Рассматривается проблема мультиколлинеарности факторов и методы борьбы с нею; модель регрессии при наличии стохастических регрессоров и обобщенный МНК: свойства оценок для больших выборок, теорема Айткена, реализация обобщенного МНК.

Ключевые слова: стохастические регрессоры, обобщенный МНК, мультиколлинеарность, метод главных компонент.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены особенности оценивания моделей со стохастическими регрессорами.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы

1. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
2. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 576 с.
3. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.

4. Wooldridge, Jeffrey M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press; 1st ed, 2001.
5. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.
6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.
7. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.
8. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.
9. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
10. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Гетероскедастичность – нарушение равенства дисперсий ошибок регрессии

Гомоскедастичность – свойство постоянства дисперсий ошибок регрессии.

Мультиколлинеарность — высокая взаимная коррелированность объясняющих переменных; может проявляться в функциональной (явной) и стохастической (скрытой) формах.

Обобщенная регрессионная модель — модель, в которой ковариации и дисперсии объясняющих переменных могут быть произвольными.

Вопросы для изучения:

1. Мультиколлинеарность факторов, её проявление, способы обнаружения и борьбы с ней.
2. Обобщенный МНК и его свойства, теорема Айткена.
3. Метод максимального правдоподобия.

Мультиколлинеарность факторов, её проявление, способы обнаружения и борьбы с ней. Проблема мультиколлинеарности факторов состоит в сильной линейной статистической зависимости между факторами в модели, что приводит к низкому качеству оценок параметров модели, оцененных обычным МНК, и самой модели в целом. Для преодоления этого явления используются различные методы: смещенное оценивание параметров и метод главных компонент. В частности, в первом случае использование некоторой «добавки» в матрицу независимых переменных преобразует эту матрицу из плохо обусловленной в хорошо обусловленную, что приводит к появлению некоторого смещения в оценках параметров модели, но при этом оценки становятся существенно более точными за счет уменьшения их дисперсий. Применение метода главных компонент приводит к тому, что вместо исходных факторов в модели появляются новые факторы, которые являются некоторой линейной комбинацией исходных; при этом новые факторы не коррелируют между собой. Таким образом, проблема мультиколлинеарности решается, но появляется новая проблема, связанная с экономической интерпретацией новых переменных, которые представляют собой комбинации старых переменных, несущих в себе самый разный смысл.

Обобщенный МНК и его свойства, теорема Айткена. Классическая регрессионная

схема обобщается следующим образом. Во – первых, отказываются от предположения, что независимые переменные являются неслучайными величинами. Оказывается, при выполнении некоторых естественных условий МНК – оценки параметров сохраняют основные свойства МНК – оценок стандартной модели. Главным условием, гарантирующим наличие этих свойств, является некоррелированность (независимость) регрессоров и ошибок. Второе направление – отказ от скалярной структуры ковариационной матрицы и допущение только ее положительной определенности при произвольности остальной структуры. Способом оценивания параметров такой модели будет обобщенный МНК. Для таких оценок устанавливается аналог теоремы Гаусса – Маркова (теорема Айткена), которая утверждает, что в классе всех линейных несмещенных оценок ОМНК – оценки обладают наименьшей матрицей ковариаций.

Метод максимального правдоподобия. Такой метод состоит в нахождении таких оценок параметров $\hat{\beta}$ уравнения регрессии, при котором достигает максимума функция правдоподобия (или её логарифм). В обычном линейном случае по такому методу строится система уравнений, аналогичная системе нормальных уравнений МНК. В результате ММП получаются состоятельными и асимптотически эффективными, но в то же время они могут быть смещенными. Метод обладает универсальностью, в отличие от МНК, но обычно требует более сложной реализации по сравнению с МНК.

Тема 3. Неопределенность при спецификации модели выбор спецификации. Нелинейный МНК.

Лекция 2

Аннотация. В лекции показано, что ошибки спецификации регрессионной модели можно свести к трем случаям: исключение существенных переменных, включение несущественных переменных и неправильный выбор функциональной зависимости. Показано, к каким последствиям приводит каждый вид ошибок спецификации.

Ключевые слова: спецификация модели, нелинейные модели регрессии, тест Бокса - Кокса.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены ошибки, связанные с неправильной спецификацией модели, и их последствия.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы

1. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
2. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 576 с.
3. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
4. Wooldridge, Jeffrey M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, MIT Press; 1st ed, 2001.
5. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.

6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.
7. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.
8. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.
9. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
10. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Включение несущественной переменной – появление в спецификации регрессионной модели независимой переменной, влияние которой на результирующую переменную незначительно или вовсе пренебрежимо мало.

Исключение существенной переменной – удаление из спецификации регрессионной модели переменной, влияние которой на результирующий признак существенно.

Нелинейные модели регрессии – регрессионные модели, содержащие нелинейность либо в записи зависимой переменной, либо в записи независимой переменной.

Спецификация модели – определение формы регрессионной модели и состава входящих в нее переменных и параметров.

Тест Бокса – Кокса – статистический тест, позволяющий сделать обоснованный выбор между нелинейной моделью и линейной моделью с разными формами зависимой переменной, которые в обычных значениях несравнимы между собой, а также между различными нелинейными моделями регрессии.

Вопросы для изучения:

1. Исключение существенной переменной из регрессии и его последствия.
2. Включение несущественной переменной в регрессионную модель и его последствия.
3. Ошибки выбора формы модели и их последствия.

Исключение существенной переменной из регрессии и его последствия. Все ошибки спецификации регрессионной модели делятся на три типа: ошибки, связанные с невключением в модель существенных переменных; ошибки включения в модель несущественных переменных и ошибки в выборе функциональной формы регрессионной зависимости.

В первом случае оценки параметров, полученные с помощью МНК, являются смещенными и несостоятельными даже при бесконечно большом числе испытаний (наблюдений). Следовательно, возможные интервальные оценки и результаты проверки соответствующих гипотез будут ненадежными.

Включение несущественной переменной в регрессионную модель и его последствия. Часто в уравнении регрессии оказывается слишком много объясняющих переменных, причем не всегда обоснованно. Последствия данной ошибки будут не столь серьезными, как в предыдущем случае. Оценки коэффициентов модели остаются, как правило, несмещенными

и состоятельными. Однако их точность уменьшается, увеличивая стандартные ошибки, т. е. оценки становятся неэффективными, что отразится на их устойчивости.

Ошибки выбора формы модели и их последствия. При выборе неправильной функциональной формы обычно вместо необходимой нелинейной модели (например, в случае производственных функций типа Кобба – Дугласа) используется линейная модель или вместо одной нелинейной модели выбирается другая, менее адекватная нелинейная модель. Последствия таких ошибок будут весьма серьезными. Обычно ошибка приводит либо к получению смещенных оценок, либо к ухудшению статистических свойств оценок коэффициентов регрессии и других показателей качества уравнения. В первую очередь это связано с нарушением условий Гаусса – Маркова для отклонений. Прогнозные качества модели в этом случае очень низки.

При использовании в регрессиях нелинейных зависимостей оценка параметров с помощью обычного МНК возможна только в случае линеаризации исходного нелинейного уравнения. Однако это возможно далеко не всегда. В последнем случае возможно использование МНК, но построение линейной системы нормальных уравнений невозможно, и оценки параметров определяются через решение системы нелинейных уравнений, как правило, итерационным путем.

Тема 4. Гетероскедастичность. Взвешенный МНК.

Лекция 2

Аннотация. Рассмотрено явление гетероскедастичности и её последствия при применении обычного МНК для оценки параметров модели. Показаны способы учета гетероскедастичности.

Ключевые слова: гетероскедастичность, взвешенный МНК, тест Спирмена, тест Голдфелда – Квандта.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены особенности оценивания моделей гетероскедастичными остатками.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Айвазян. С.А. Основы эконометрики. Т.2. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. -656 с.
2. Гладилин А.В. Эконометрика: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2011.- 297 с.
3. Дайитбегов Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике: Учебное пособие. –М.:Инфра-М, Вузовский учебник, 2010. – 592 с.
4. Елисеева И. И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт,серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
5. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
6. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. Уч.пособие. 6-е изд.,испр. – М.: Дело, 2004.- 576 с.

7. Плохотников К. Э. Основы эконометрики в пакете Statistica: учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, 2013.- 304 с.
8. Тихомиров Н. П., Дорохина Е.Ю. Эконометрика: Учебник. Изд-во «Экзамен», 2003. – 512 с.
9. Эконометрика: [Электронный ресурс] Учеб. пособие / А.И. Нови-ков. - 2 – е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 144 с.: с. (<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=1#none>)
10. Уткин, В. Б. Эконометрика [Электронный ресурс] : Учебник /В.Б.Уткин; Под ред. проф. В. Б. Уткина. - 2 – е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 564 с. (<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=4#none>)
11. <http://institutiones.com/general/1647-ekonometrika-orlov.html>
12. <http://quantile.ru>
13. <http://ecsocman.hse.ru>

Глоссарий

Взвешенный МНК – модифицированный вариант МНК, при котором, для учета гетероскедастичности, каждому наблюдению приписывается весовой коэффициент, пропорциональный точности измерения переменных в этом наблюдении (и обратно пропорциональный дисперсии ошибки или стандартному отклонению в данном наблюдении)

Гетероскедастичность – нарушение равенства дисперсий ошибок регрессии

Гомоскедастичность – свойство постоянства дисперсий ошибок регрессии.

Тест Спирмена – статистический тест, обнаруживающий гетероскедастичность в случае, когда значение дисперсии переменной пропорционально величине этой переменной, и следовательно, связывающий ранги переменной с рангами величин абсолютных остатков.

Тест Голдфелда – Квандта – статистический тест обнаружения гетероскедастичности, согласно которому регрессии, построенные на разных концах интервалов изменения факторов, будут иметь существенно различающиеся значения сумм квадратов остатков.

Вопросы для изучения:

1. Обнаружение гетероскедастичности.
2. Устранение последствий гетероскедастичности с помощью взвешенного МНК.

Обнаружение гетероскедастичности. Гетероскедастичность определяется как нарушение постоянства дисперсий отклонений при различных значениях независимых переменных в регрессии. Для обнаружения гетероскедастичности используется целый ряд статистических тестов, например, тесты Спирмена, Голдфелда – Квандта, Глейзера.

В случае гетероскедастичности оценки параметров остаются линейными и несмещенными, однако становятся неэффективными, а сами значения дисперсий оценок рассчитываются со смещением. Поэтому статистические выводы, полученные на основе статистик Фишера и Стьюдента, будут ненадежными.

Устранение последствий гетероскедастичности с помощью взвешенного МНК. Для исправления гетероскедастичности используются различные варианты взвешенного МНК, смысл которого состоит в придании каждому наблюдению весового коэффициента, который изменяется в зависимости от величины дисперсии ошибки модели (чем больше значение ошибки модели, тем меньше весовой коэффициент и наоборот). Выражение для весового

коэффициента зависит от характера зависимости дисперсии ошибки от значений независимой переменной.

При этом различают несколько частных случаев. Если величины дисперсий наблюдаемых переменных известны, то устранение гетероскедастичности сводится к делению каждой переменной на стандартную ошибку измерения этой переменной в каждой точке наблюдения. Если эти дисперсии неизвестны (такое случается гораздо чаще), то для реализации взвешенного МНК выдвигаются различные гипотезы о форме зависимости дисперсии ошибки от значения самой переменной. Все это приводит к преобразованию уравнений регрессии, что в конечном счете приводит к получению остатков, не являющихся гетероскедастичными.

Тема 5. Тренд-сезонные модели. Автокорреляция.

Лекция 3

Аннотация. Рассматриваются методы построения аддитивных и мультипликативных моделей временных рядов, основные понятия стационарных случайных процессов, их характеристики и свойства. Излагаются особенности и методы диагностики автокорреляции, оценивания и тестирования моделей стационарных ВР типа AR, MA и ARMA. Проанализированы подход Бокса–Дженкинса к идентификации ARIMA моделей нестационарных ВР и тесты единичного корня для проверки гипотезы о типе ряда.

Ключевые слова: временные ряды, тренд-сезонные модели, случайные процессы, автокорреляция, модель авторегрессии, модель скользящего среднего, модель авторегрессии-скользящего среднего, модель авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего, метод максимального правдоподобия, обобщенный метод наименьших квадратов.

Методические рекомендации по изучению темы.

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены особенности и свойства стационарных и нестационарных случайных процессов, методы построения и тестирования разных типов моделей стационарных и нестационарных ВР, тесты единичного корня проверки типа ВР.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с электронной презентацией по лекции, изучить теоретический материал по вопросам для самостоятельной проработки, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для самоконтроля и пройти тест по теме.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Елисеева И. И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
2. Елисеева И.И. Практикум по эконометрике. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 344 с.
3. Канторович Г. Г. Лекции: Анализ временных рядов, «Экономический журнал ВШЭ» Том. 6 (2002), №1,2,3,4 и Том. 7 (2003), №1, URL: http://library.hse.ru/e-resources/HSE_economic_journal/articles/06_01_06.pdf;

4. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
5. Мхитарян В.С., Архипова М.Ю., Балаш В.А., Балаш О.С., Дуброва Т.А., Сиратин В.П. Эконометрика: Учебник. – М.: Проспект, 2009. – 384 с.
6. Новиков А. И. Эконометрика: учебное пособие. – М.: Дашков и К, 2013. -224 с. (<http://znanium.com/>).
7. Плохотников К. Э. Основы эконометрики в пакете Statistica: учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, 2013.- 304 с.
8. Сборник задач по эконометрике: Уч. пособие для студентов экономических вузов. Сост. Е.Ю. Дорохина, Л.Ф. Преснякова, Н.П. Тихомиров.- М. Изд-во «Экзамен», 2003. – 224 с.
9. Тихомиров Н. П., Дорохина Е.Ю. Эконометрика: Учебник. Изд-во «Экзамен», 2003. – 512 с.
10. Эконометрика: теоретические основы: Учебное пособие / Г.А. Соколов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 216 с. (<http://znanium.com/>).
11. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1;
12. Электронный курс “Time Series Econometrics”, Princeton University, URL: [http://sims.princeton.edu/yftp/Times05/;](http://sims.princeton.edu/yftp/Times05/) https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_52968_1;
13. Электронный курс «Financial Econometrics», Princeton University, URL:https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_213933_1;

Глоссарий

Автокорреляция уровней ряда – корреляционная зависимость между уровнями временного ряда.

Авторегрессионная модель – разновидность динамической эконометрической модели, которая содержит в качестве факторных переменных лаговые значения эндогенных переменных.

Авторегрессия - регрессия зависимости временной переменной о лаговой переменной, составленной от той же переменной.

Аддитивная модель временного ряда – временной ряд представлен как сумма циклической, трендовой и случайной компонент.

Аналитическое выравнивание временного ряда – способ моделирования тенденции временного ряда посредством построения аналитической функции, характеризующей зависимость уровней ряда от времени.

Аппроксимация - приближенное выражение каких –либо величин через другие более простые величины.

Бокса Дженкинса модель – это модель авторегрессии (левая часть) – проинтегрированного скользящего среднего (правая часть), описывающая нестационарный

однородный временной ряд.

Временной ряд – совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов времени.

Дарбина-Уотсона тест – один из наиболее распространенных способов тестирования остатков регрессии на автокорреляцию

Интервальный прогноз - интервал, в котором с определенной вероятностью находится фактическое значение прогнозной переменной экономического объекта.

Интерполяция - получение расчетных значений функции при условии, что значение аргумента входят в область определения функции.

Коинтеграция – причинно-следственная связь в уровнях двух или бо-лее временных рядов, которая выражается в совпадении или противополо-ложной направленности их тенденций и случайной колеблемости.

Коррелограмма – график зависимости значений автокорреляционной функции временного ряда от величины лага.

Лаг – число периодов, по которым рассчитывается коэффициент корреляции временного ряда.

Модель авторегрессии – скользящего среднего – это линейная модель множественной регрессии, в которой в качестве объясняющих переменных выступают прошлые значения самой зависимой переменной, а в качестве регрессионного остатка – скользящие средние из элементов «белого шума».

Модель временного ряда – разновидность эконометрической модели, в которой результативный признак является функцией переменной времени или переменных, относящихся к другим моментам времени.

Мультипликативная модель временного ряда – временной ряд представлен как произведение циклической, трендовой, случайной компонент.

Сезонная компонента – компонента временного ряда, которая характеризует внутригодовые колебания показателя. В общем виде является циклической составляющей.

Сезонные колебания – это колебания, периодически повторяющиеся в некоторое определенное время каждого года, месяца, дня или его часа.

Точечный прогноз - среднее прогнозное значение изучаемой переменной экономического объекта.

Тренд – это основная достаточно устойчивая тенденция во временном ряду, более или менее свободная от случайных колебаний.

Циклические (или периодические) колебания состоят в том, что значение изучаемого признака в течение какого-то времени возрастает, достигая определенного максимума, затем понижается, достигая определенного минимума, вновь возрастает до прежнего значения и т.д.

Вопросы для изучения:

1. Тренд-сезонные модели ВР.
2. Стационарные и нестационарные дискретные случайные процессы.

3. Модели стационарные ВР и методы их построения.
4. Модели нестационарных ВР и методы их построения.

Список сокращений

ВР – временной ряд

СП – случайный процесс

AR - модель авторегрессии

MA - модель скользящего среднего

ARMA - модель авторегрессии-скользящего среднего

ARIMA - модель авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего

Тренд-сезонные модели ВР. В большинстве случаев временной ряд можно представить как сумму или произведение трендовой (T), циклической (S) и случайной (E) компонент. В случае суммы имеет место аддитивная модель временного ряда: $y = T + S + E$, в случае произведения – мультипликативная модель: $y = T \cdot S \cdot E$.

Построение модели тренд-сезонные модели ВР сводится к расчету значений T , S или E для каждого уровня ряда. Процесс построения модели включает в себя следующие этапы:

1. Выравнивание исходного ряда методом скользящей средней.
2. Расчет значений сезонной компоненты S .
3. Устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных ($T+E$) в аддитивной или ($T \cdot E$) в мультипликативной модели.
4. Аналитическое выравнивание уровней ($T+E$) или ($T \cdot E$) и расчет значений T с использованием полученного уравнения тренда.
5. Расчет полученных по модели значений ($T+S$) или ($T \cdot S$)
6. Расчет абсолютных и относительных ошибок.

Выбор вида тренд-сезонной модели ВР проводится на основе анализа динамики ряда. Если амплитуда сезонных колебаний приблизительно постоянна, строят аддитивную модель. В случае возрастания или уменьшения амплитуды колебаний, строят мультипликативную модель.

Стационарные и нестационарные дискретные случайные процессы. ВР обычно в эконометрике рассматривают как выборку из последовательности случайных величин X_t , где t принимает целочисленные значения от 1 до T . Эта совокупность случайных величин называется дискретный случайный (стохастический) процесс (СП). При фиксированном случае наблюдается конкретная реализация СП. Поэтому говорят, что наблюдаемый ВР является реализацией СП, или ВР порождается СП.

Наиболее полной статистической характеристикой СП является совместная функция распределения или функция плотности распределения. В зависимости от их свойств выделяют два вида СП: стационарные и нестационарные. Под стационарностью понимается, что у СП некоторые свойства не меняются с течением времени. В соответствии с этим рассматривают два вида стационарности:

- 1) строгая стационарность (стационарность в узком смысле);
- 2) слабая стационарность (стационарность в широком смысле).

СП строго стационарен, если сдвиг по времени не меняет ни одну из функций плотности распределения.

СП называется порядка n , если он вполне определяется своими функциями распределения порядка n , но не определяется функциями распределения низшего порядка.

СП слабо стационарный, если у него математическое ожидание (МО) и дисперсия не зависят от времени, а автокорреляционная функция (автоковариационная функция) зависит только от разности моментов времени. Это СП второго порядка.

Всякий строго стационарный процесс является слабо стационарным, обратное утверждение в общем случае неверно.

ВР, порожденные СП, называются ВР строгой или слабой стационарности в зависимости от вида стационарности СП.

В эконометрике имеют дело, как правило, одной реализацией ВР. Поэтому важно, чтобы он обладал свойством эргодичности.

Стационарный ВР называется эргодическим, если он порожден эргодическим СП. Эргодический СП – это СП, для которого среднее по времени, полученное усреднением на достаточно большом, в пределе бесконечном, интервале по единственной реализации случайного процесса, сходится с вероятностью единица к соответствующей вероятностной характеристике, полученной усреднением по множеству реализаций.

Важную роль при анализе и моделировании ВР имеют понятия белого шума и случайного блуждания.

ВР называется белым шумом, если порожден процессом белого шума, имеющего нулевое математическое ожидание, постоянную дисперсию и нулевую автокорреляцию. Такой процесс заведомо слабо стационарный. Если случайные величины распределены нормально (гауссовый белый шум), то процесс стационарен также и в узком смысле.

Отметим, что всякий слабо стационарный СП представим в виде линейной комбинации белых шумов с разными весовыми коэффициентами.

Процесс случайного блуждания (авторегрессионный процесс с коэффициентом равным 1 задается так $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$, где ε_t - белый шум. Процесс случайного блуждания является нестационарным, так как дисперсия непостоянна, она меняется по времени. Про СП, аналогичные процессу случайного блуждания иногда говорят, что это процессы со случайным трендом, поскольку влияние каждого отсчета белого шума не затухает со временем.

Модели стационарных ВР и методы их построения. При моделировании ВР рядов как реализаций СП на практике наиболее популярны модели типа MA, AR, ARMA и ARIMA. Приведем краткие сведения о них.

В модели типа MA текущее значение стационарного случайного процесса второго порядка представляется в виде линейной комбинации текущего и прошедших значений ошибки, которая по своим свойствам соответствует «белому шуму». Модель скользящего среднего порядка m , то есть MA(m), записывается так:

$$y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_m \varepsilon_{t-m},$$

СП, порожденный такой моделью, является слабо стационарным.

Для оценки коэффициентов модели записывается система уравнений, связывающая коэффициенты автокорреляции модели с ее параметрами. Однако система является нелинейной, и требует специальных итерационных методов решения. Исключением является модель MA(1): $y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1}$.

AR модели основаны на предположении о том, что текущее значение процесса может быть выражено в виде линейной комбинации некоторого количества предыдущих его значений и случайной ошибки, обладающей свойствами «белого шума».

Модель авторегрессии k -го порядка AR(k) имеет вид:

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_k y_{t-k} + \varepsilon_t.$$

СП, порожденный такой моделью, в зависимости от значений коэффициентов может быть стационарным или нестационарным. Он стационарен лишь в том случае, если представим в виде $MA(\infty)$. На практике часто используется модель $AR(1)$: $y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$.
Условие стационарности: $|\alpha_1| < 1$.

Построение модели требует решения двух взаимосвязанных задач: определения подходящего порядка модели (величины k) и оценки ее коэффициентов. Для оценки коэффициентов модели формируется система линейных уравнений Юла–Уокера.

ARMA модели обозначаются $ARMA(k,m)$ и имеют вид:

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_k y_{t-k} + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_m \varepsilon_{t-m},$$

где k - порядок авторегрессии, m - порядок скользящего среднего.

СП, порожденный такой моделью, в зависимости от значений коэффициентов может быть стационарным или нестационарным. Стационарность процесса ARMA определяется только его AR частью. Поэтому условия те же, что и у процесса AR. Если ARMA процесс стационарен, то он обязательно имеет $MA(\infty)$ представление.

Оценивание параметров в два этапа. Сперва решением модифицированной системы уравнений Юла–Уокера вычисляются оценки неизвестных коэффициентов $\alpha_1, \dots, \alpha_k$. После этого оцениваются другие параметры модели.

Модели нестационарных ВР и методы их построения. Экономические ВР за редким исключением являются нестационарными. Нестационарность чаще всего проявляется в наличии неслучайной составляющей. Если случайный остаточный ряд, полученный вычитанием из исходного ряда его детерминированной составляющей, представляет собой стационарный ВР, то исходный ряд называется нестационарным однородным.

Для описания таких ВР часто используется $ARIMA(k,d,m)$ модели (модели Бокса-Дженкинса). $ARIMA(k,d,m)$ модель используется для описания ВР, содержащих полиномиальный тренд и приводимых к модели $ARMA(k,m)$ после взятия конечных разностей d -го порядка. Для определения вида ВР и определения порядка их интегрируемости d часто используются тесты единичного корня (тест Дики-Фуллера и расширенные тесты Дики-Фуллера).

Тема 6. Лаговые зависимые переменные

Аннотация. Рассматриваются модели с лаговыми зависимыми переменными, их характеристики и свойства. Излагаются особенности и методы оценивания и тестирования моделей с лаговыми зависимыми переменными.

Ключевые слова: временные ряды, лаг, модели с лаговыми зависимыми переменными, автокорреляция, авторегрессионная модель, обобщенный метод наименьших квадратов, инструментальные переменные.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема выделена для самостоятельного изучения магистрантами.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с электронной презентацией по лекции, изучить теоретический материал по вопросам для изучения, выполнить практическое задание, ответить на вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы

1. Елисеева И. И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
2. Елисеева И.И. Практикум по эконометрике. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 344 с.
3. Канторович Г. Г. Лекции: Анализ временных рядов, «Экономический журнал ВШЭ» Том. 6 (2002), №1,2,3,4 и Том. 7 (2003), №1, URL: http://library.hse.ru/e-resources/HSE_economic_journal/articles/06_01_06.pdf;
4. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
5. Мхитарян В.С., Архипова М.Ю., Балаш В.А., Балаш О.С., Дуброва Т.А., Сиратин В.П. Эконометрика: Учебник. – М.: Проспект, 2009. – 384 с.
6. Новиков А. И. Эконометрика: учебное пособие. – М.: Дашков и К, 2013. -224 с. (<http://znanium.com/>).
7. Плохотников К. Э. Основы эконометрики в пакете Statistica: учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, 2013.- 304 с.
8. Сборник задач по эконометрике: Уч. пособие для студентов экономических вузов. Сост. Е.Ю. Дорохина, Л.Ф. Преснякова, Н.П. Тихомиров.- М. Изд-во «Экзамен», 2003. – 224 с.
9. Тихомиров Н. П., Дорохина Е.Ю. Эконометрика: Учебник. Изд-во «Экзамен», 2003. – 512 с.
10. Эконометрика: теоретические основы: Учебное пособие / Г.А. Соколов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 216 с. (<http://znanium.com/>).
11. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1;
12. Электронный курс “Time Series Econometrics”, Princeton University, URL: [http://sims.princeton.edu/yftp/Times05/;](http://sims.princeton.edu/yftp/Times05/) https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_52968_1;
13. Электронный курс «Financial Econometrics», Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_213933_1;

Глоссарий

Авторегрессионная модель – разновидность динамической эконометрической модели, которая содержит в качестве факторных переменных лаговые значения эндогенных переменных.

Авторегрессия - регрессия зависимости временной переменной о лаговой переменной, составленной от той же переменной.

Бокса Дженкинса модель – это модель авторегрессии (левая часть) – проинтегрированного скользящего среднего (правая часть), описывающая нестационарный однородный временной ряд.

Временной ряд – совокупность значений какого-либо показателя за несколько

последовательных моментов времени.

Коинтеграция – причинно-следственная связь в уровнях двух или более временных рядов, которая выражается в совпадении или противоположной направленности их тенденций и случайной колеблемости.

Коррелограмма – график зависимости значений автокорреляционной функции временного ряда от величины лага.

Лаг – число периодов, по которым рассчитывается коэффициент корреляции временного ряда.

Модель авторегрессии – скользящего среднего – это линейная модель множественной регрессии, в которой в качестве объясняющих переменных выступают прошлые значения самой зависимой переменной, а в качестве регрессионного остатка – скользящие средние из элементов «белого шума».

Модель временного ряда – разновидность эконометрической модели, в которой результативный признак является функцией переменной времени или переменных, относящихся к другим моментам времени.

Вопросы для изучения:

1. Модели с лаговыми зависимыми переменными и их особенности.
2. Проблемы и методы оценивания линейных авторегрессионных моделей.
3. Модели с лаговыми зависимыми переменными с автокоррелированными ошибками.
4. Обобщенный МНК и его модификация в оценивании моделей с лаговыми зависимыми переменными.
5. Метод инструментальных переменных в оценивании моделей с лаговыми зависимыми переменными.

Тема 7. Анализ моделей с качественными и цензурированными зависимыми переменными

Лекция 4

Аннотация. Данная тема раскрывает особенности оценивания моделей с качественными зависимыми переменными.

Ключевые слова. Логит-модель, пробит-модель, тобит-модель, тест Вальда.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены особенности оценивания моделей с качественными зависимыми переменными.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеется тест для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Эконометрика: [Электронный ресурс] Учеб. пособие / А.И. Новиков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 144 с.: с.

(<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=1#none>)

2. Уткин, В. Б. Эконометрика [Электронный ресурс] : Учебник / В. Б. Уткин; Под ред. проф. В. Б. Уткина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 564 с.

(<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0&page=4#none>)

3. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.

5. Тихомиров Н. П. Эконометрика: учебник. - М.: Экзамен, серия «Учебник Плехановской академии», 2007, -512 с.

6. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.

7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.

8. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.

10. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.

11. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.

12. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Дискретная зависимая переменная – это переменная, которая принимает несколько альтернативных значений.

Логит-модель основана на использовании функции логистического распределения.

Метод максимального правдоподобия – один из способов оценивания параметров регрессии, в частности, в моделях с дискретной зависимой переменной.

Модели бинарного выбора содержат зависимую переменную, которая принимает лишь два альтернативных значения, обозначаемых цифровыми метками: 0 и 1.

Модели множественного выбора содержат зависимую переменную, которая принимает несколько упорядоченных или неупорядоченных альтернативных значений.

Пробит-модель основана на использовании функции стандартного нормального распределения.

Тобит-модель – модель для описания зависимости цензурированной зависимой

переменной от влияющих на нее факторов.

Цензурированная зависимая переменная – переменная, в которой вместо ее значений выше (или ниже) определенного уровня рассматривается сам уровень.

Вопросы для изучения:

1. Оценивание параметров моделей бинарного выбора.
2. Модели множественного выбора.
3. Модели с цензурированными зависимыми переменными.

Оценивание параметров моделей бинарного выбора с помощью метода максимального правдоподобия. Если используют функцию стандартного нормального распределения,

$$F(u) = \hat{O}(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

то модель бинарного выбора называют пробит-моделью (probit model). Если используют функцию логистического распределения,

$$F(u) = \Lambda(u) = \frac{e^u}{1 + e^u}$$

то модель бинарного выбора называют логит-моделью (logit model).

$$P(y_i = 1) = p_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_i)}} = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

$$P(y_i = 0) = 1 - p_i = \frac{1}{1 + e^{z_i}}$$

$$\frac{p_i}{1 - p_i} = \frac{1 + e^{z_i}}{1 + e^{-z}} = e^{z_i}$$

$$\ln \frac{p_i}{1 - p_i} = z_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$$

Для оценивания параметров β в моделях бинарного выбора обычно используют метод максимального правдоподобия. Общее уравнение правдоподобия:

Подставив $P(y_i = 1 | x_i; \beta) = F(x_i' \beta)$, $P(y_i = 0 | x_i; \beta) = 1 - F(x_i' \beta)$

$$\log L(\beta) = \sum_{i=1}^N y_i \log F(x_i' \beta) + \sum_{i=1}^N (1 - y_i) \log(1 - F(x_i' \beta)).$$

Дифференцируя равенство по β , получим уравнение правдоподобия:

$$\frac{\partial \log L(\beta)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N \left[\frac{y_i - F(x_i' \beta)}{F(x_i' \beta)(1 - F(x_i' \beta))} f(x_i' \beta) \right] x_i = 0, f = F'$$

Для логит-модели уравнение упрощается:

$$\frac{\partial \log L(\beta)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N \left[y_i - \frac{\exp(x'_i \beta)}{1 + \exp(x'_i \beta)} \right] x_i = 0$$

Отсюда мы можем найти вероятность того, что $y_i=1$:

$$\hat{p}_i = \frac{\exp(x'_i \hat{\beta})}{1 + \exp(x'_i \hat{\beta})}$$

Показатели качества модели:

$$EpseudoR^2 = 1 - \frac{1}{1 + 2(\log L_f - \log L_c) / n}$$

$$McFaddenR^2 = 1 - \frac{\log L_f}{\log L_c}$$

Чем больше значение этих показателей, тем лучше модель. Данные показатели редко достигают значений, превышающих 0,5. Статистика Вальда имеет распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным количеству ограничений в модели. Если наблюдаемое значение превышает критическое для заданного уровня значимости, то нулевая гипотеза о равенстве коэффициентов нулю отклоняется.

Модели множественного выбора. Различают: модели с упорядоченными альтернативами (ordered response models); модели с неупорядоченными альтернативами (unordered response models). Если существует логическое упорядочивание М альтернатив, то может использоваться дискретная модель с упорядоченными альтернативами. Эта модель основывается на предположении о существовании одной ненаблюдаемой латентной переменной Y_i^* :

Стандартное нормальное распределение остатков дает упорядоченную probit-модель (ordered probit model). Логистическое распределение остатков дает упорядоченную logit-модель (ordered logit model).

Для случая трех альтернатив:

$$P(y_i = 1 | x_i) = P(y_i^* \leq 0 | x_i) = \hat{O}(-x'_i \beta)$$

$$P(y_i = 3 | x_i) = P(y_i^* > \gamma | x_i) = 1 - \hat{O}(\gamma - x'_i \beta)$$

$$P(y_i = 2 | x_i) = \hat{O}(\gamma - x'_i \beta) - \hat{O}(-x'_i \beta)$$

Для случая М вариантов выбора:

$$P(y_i = 0 | x_i) = P(y_i^* \leq 0 | x_i) = \hat{O}(-x'_i \beta)$$

$$P(y_i = 1 | x_i) = \hat{O}(\gamma_1 - x'_i \beta) - \hat{O}(-x'_i \beta)$$

$$P(y_i = 2 | x_i) = \hat{O}(\gamma_2 - x'_i \beta) - \hat{O}(\gamma_1 - x'_i \beta)$$

...

$$P(y_i = M | x_i) = P(y_i^* > \gamma | x_i) = 1 - \hat{O}(\gamma_{M-1} - x'_i \beta)$$

Оценивание осуществляется при помощи метода максимального правдоподобия, где перечисленные вероятности включены в функцию правдоподобия.

$$\log L(\beta, \gamma) = \sum_{i: y_i=0} \log(\Pr(y_i = 0 | x_i, \beta, \gamma)) + \sum_{i: y_i=1} \log(\Pr(y_i = 1 | x_i, \beta, \gamma)) + \dots + \sum_{i: y_i=M} \log(\Pr(y_i = M | x_i, \beta, \gamma)).$$

Допустим, предполагается существование случайной полезности, которая влияет на выбор альтернатив. Случайные полезности являются линейными функциями от наблюдаемых характеристик и имеют аддитивно-разделяемую структуру.

Полезность:

$$U_{ij} = \mu_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

μ_{ij} - неслучайная функция наблюдаемых неизвестных параметров;

ε_{ij} – ненаблюдаемый остаточный член.

$$P(y_i = j) = P(U_{ij} = \max(U_{i1}, \dots, U_{iM})) = P(\mu_{ij} + \varepsilon_{ij} > \max_{k=1, \dots, J, k \neq j} (\mu_{ik} + \varepsilon_{ik})).$$

Предположим, что все ε_{ij} взаимно независимы и распределены по закону распределения Вейбулла.

$$P(y_i = j) = \frac{\exp(\mu_{ij})}{\exp(\mu_{i1}) + \exp(\mu_{i2}) + \dots + \exp(\mu_{iM})}$$

$$0 \leq P(y_i = j) \leq 1$$

$$\sum_{j=1}^M P(y_i = j) = 1$$

Один из уровней полезности принимают равным нулю ($\mu_{i1}=0$) и полагают, что μ_{ij} является линейной функцией от наблюдаемых переменных:

$$\mu_{ij} = x'_{ij} \beta$$

$$P(y_i = j) = \frac{\exp(x'_{ij} b)}{1 + \exp(x'_{i2} b) + \dots + \exp(x'_{iM} b)}, j = 1, 2, \dots, M.$$

Данное выражение представляет собой logit – модель с множественными альтернативами (Multinomial Logit Model (MNL) или Independent Logit Model).

В Модели с цензурированными зависимыми переменными. случае цензурирования зависимой переменной Y_i вместо ее значений выше (или ниже) определенного уровня рассматривается сам этот уровень. Также обычно предполагают, что случайная переменная Y имеет нормальное распределение. Для описания зависимости цензурированной переменной

Y_t от влияющих на нее факторов обычно используется tobit-модель: $Y_t = \alpha' \cdot x_t + \varepsilon_t$, где y_t – наблюдаемые значения зависимой переменной, x_t – вектор независимых переменных, влияющих на зависимую переменную y_t , α – вектор параметров, ε_t – ошибка модели. Далее tobit-модель предполагает, что цензурированным значениям y_t (т.е. $y_t=0$, $b=0$ – точка цензурирования) соответствует неположительное произведение $\alpha' \cdot x_t$ ($\alpha' \cdot x_t \leq 0$), а нецензурированным значениям y_t – положительное произведение ($\alpha' \cdot x_t$ ($\alpha' \cdot x_t > 0$)). Условное математическое ожидание переменной y_t по факторам x_t определяется как $M[y_t] = \alpha' \cdot x_t$. Маржинальные эффекты факторов x_t для математического ожидания

переменной y_t (без учета цензурирования) определяются как $\frac{\partial M[y_t | x_t]}{\partial x_t} = \alpha$. Маржинальные эффекты факторов x_t для математического ожидания переменной y_t (с учетом

цензурирования) могут быть представлены в следующем виде: $\frac{\partial M[y_t^{cens} | x_t]}{\partial x_t} = \alpha \cdot \hat{\sigma} \left(\frac{\alpha' x_t}{\sigma} \right)$.

Tobit – модель предполагает, что изменение факторов приводит к тому, что вероятность $P(y_t > 0)$ и математическое ожидание $M(y_t | y_t > 0)$ обязательно меняются в одинаковом направлении. Если коэффициент α положителен, то с увеличением фактора x_{it} увеличивается как математическое ожидание, так и вероятность $P(y_t > 0)$, и, наоборот, при отрицательном α с ростом фактора x_{it} эти показатели уменьшаются. Однако эффект одновременного увеличения математического ожидания и вероятности при увеличении некоторого независимого фактора x_i на практике может и не иметь место. Для таких процессов была предложена более общая модель, являющаяся сочетанием одномерной probit – модели и усеченной регрессии. На основе probit – модели определяется вероятность нецензурированного (или

цензурированного) наблюдения при данном наборе факторов x_t . $P[y_t > 0] = \Phi(\gamma' x_t)$, $z_t = 1$
 $P[y_t = 0] = 1 - \Phi(\gamma' x_t)$, $z_t = 0$.

где $\Phi(\gamma' x_t)$ – интегральная функция закона нормального распределения, определяющая вероятность нецензурированного наблюдения; γ – вектор параметров модели, z_t – переменная-индикатор, принимающая значение 1 для нецензурированного наблюдения и значение 0 – для цензурированного.

Тема 8. Основные модели панельных данных

Лекция 5

Аннотация. Данная тема излагает проблему выбора моделей панельных данных.

Ключевые слова. Однонаправленные модели панельных данных, двунаправленная модель панельных данных, фиксированные эффекты, случайные эффекты, тест Чоу, тест Фишера, тест множителей Лагранжа Бреуша-Пагана, тест Хонды, тест Хаусмана.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены преимущества и особенности разных типов моделей панельных данных, меры качества подгонки и тесты для выбора типа модели.

- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.

- Для проверки усвоения темы имеются вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы

1. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
2. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 576 с.
3. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
4. Arellano, Manuel. Panel data econometrics. Oxford: Oxford University Press; 2003.
5. Wooldridge, Jeffrey M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, MIT Press; 1st ed, 2001.
6. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.
8. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.
9. Ратникова Т. А. Введение в эконометрический анализ панельных данных, «Экономический журнал ВШЭ», №2, 2006, URL: http://library.hse.ru/e-resources/HSE_economic_journal/articles/10_02_06.pdf.
10. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.
11. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
12. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Панельные данные – совокупность повторных наблюдений одних и тех же выборочных единиц, которые осуществляются в последовательные периоды времени.

Объединенная модель – модель, которая предполагает, что у единиц совокупности отсутствуют индивидуальные различия.

Модель с фиксированными эффектами - модель, которая предполагает, что каждая единица совокупности имеет свои специфические индивидуальные характеристики, которые для каждого конкретного объекта являются постоянными во времени.

Модель со случайными эффектами – модель, которая предполагает отсутствие корреляции между индивидуальными эффектами и регрессорами. Единицы совокупности различаются по своим индивидуальным характеристикам, но эти различия носят случайный характер.

Двунаправленная модель панельных данных - модель, которая помимо индивидуальных эффектов включает также временные эффекты.

Тест Хаусмана – тест для выбора модели с фиксированными эффектами против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии корреляции между индивидуальными эффектами и регрессорами (наличие случайных эффектов).

Тест Хонды – тест для выбора объединенной модели против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов.

Тест множителей Лагранжа Бреуша-Пагана - тест для выбора объединенной модели против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов.

Тест Фишера - тест для выбора объединенной модели против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов.

Тест Чоу - тест для выбора объединенной модели против модели с фиксированными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов.

Вопросы для изучения:

1. Преимущества панельных данных. Однонаправленные и двунаправленные модели панельных данных.
2. Качество подгонки.
3. Тестирование гипотез, решающих проблему выбора моделей панельных данных.

Преимущества панельных данных. Однонаправленные и двунаправленные модели панельных данных. Панельные данные состоят из повторных наблюдений одних и тех же выборочных единиц, которые осуществляются в последовательные периоды времени. Выделяют следующие преимущества использования панельных данных:

- панельные данные позволяют учитывать индивидуальную неоднородность;
- панельные данные обеспечивают меньшую коллинеарность и большую эффективность оценок;
- панельные данные предоставляют возможность изучать динамику изменений индивидуальных характеристик единиц совокупности;
- панельные данные лучше способны идентифицировать и измерить эффекты, которые не определяемы только во временных рядах или только в пространственных данных;
- панельные данные позволяют конструировать и тестировать более сложные поведенческие модели;
- панельные данные позволяют избежать смещения, связанного с агрегированием данных;
- панельные тесты на единичный корень имеют стандартные асимптотические распределения в отличие от проблемы нестандартных распределений.

К однонаправленным моделям панельных данных относят:

- объединенную модель $Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}$.
- модель с фиксированными эффектами (fixed effects model):
 $Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}, \alpha_i = z_i\alpha$.
- модель со случайными эффектами (random effects model): $Y_{it} = X_{it}\beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it}$.

Объединенная модель предполагает, что у единиц совокупности отсутствуют индивидуальные различия. Модель с фиксированными эффектами предполагает, что каждая

единица совокупности имеет свои специфические индивидуальные характеристики, которые для каждого конкретного объекта являются постоянными во времени. Если же единицы совокупности различаются по своим индивидуальным характеристикам, но эти различия носят случайный характер, то в этом случае лучше рассматривать модель со случайными эффектами.

Двухнаправленная модель панельных данных с фиксированными эффектами помимо индивидуальных эффектов включает также временные эффекты: $Y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$.

Качество подгонки (goodness-of-fit). Один из возможных подходов для меры качества подгонки связан с использованием квадрата коэффициента корреляции между фактическими и теоретическими значениями зависимой переменной, который совпадает с коэффициентом детерминации в случае стандартной линейной модели регрессии. Вариацию зависимой переменной можно представить в виде суммы внутригрупповой и межгрупповой вариаций. «Внутригрупповой R^2 » используется как мера качества подгонки внутригрупповой модели, оценки которой совпадают с оценками с фиксированными эффектами:

$$R^2_{\text{within}} = r^2(y_{it} - \bar{y}, \hat{y}_{it}^{FE} - \hat{y}_i^{FE}), \hat{y}_{it}^{FE} - \hat{y}_i^{FE} = (x_{it} - \bar{x}_i)\hat{\beta}_{\text{within}}, y_i^{FE} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}$$

Качество подгонки для межгрупповой модели, объясняющей вариацию между различными индивидами, будет выражаться в виде «межгруппового R^2 »: $R^2_{\text{between}} = r^2(\bar{y}_i, \hat{y}_i^B)$.

Объединенная модель используется для того, чтобы объяснить общую вариацию, и для нее мера качества подгонки будет выражаться в виде «общего R^2 »: $R^2_{\text{total}} = r^2(y_{it}, \hat{y}_{it})$.

Тестирование гипотез, решающих проблему выбора моделей панельных данных.

1. Объединенная модель против модели с фиксированными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов. Для проверки нулевой гипотезы используется тест Чоу. Определяется наблюдаемое значение F-критерия:

$$F = \frac{(SS_R - SS_{UR}) / (N - 1)}{SS_{UR} / (NT - N - K)}, \text{ где } SS_R - \text{сумма квадратов остатков в модели с}$$

ограничениями; SS_{UR} - сумма квадратов остатков в модели без ограничений.

В случае если вычисленное значение F-критерия окажется больше критического значения, $F_{\text{факт}} > F(\alpha, N-1, NT-N-K)$, для заданного уровня значимости, то можно отклонить нулевую гипотезу и принять альтернативную гипотезу о присутствии индивидуальных эффектов, то есть сделать выбор в пользу модели с фиксированными эффектами.

2. Объединенная модель против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов. Для проверки нулевой гипотезы используется анализ дисперсии (тест Фишера). Определяется наблюдаемое значение F-критерия:

$$F = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{T\sigma_u^2 + \sigma_\varepsilon^2} \cdot \frac{T\hat{\sigma}_b^2}{\hat{\sigma}_w^2}, \text{ где } \hat{\sigma}_b^2 - \text{дисперсия остатков в межгрупповой модели, } \hat{\sigma}_w^2 = \sigma_u^2 -$$

дисперсия остатков во внутригрупповой модели.

В случае если вычисленное значение F-критерия окажется больше критического значения, $F_{\text{факт}} > F(\alpha, N-k_b, N(T-1)-k_w)$, для заданного уровня значимости, то можно отклонить нулевую гипотезу и принять альтернативную гипотезу о присутствии индивидуальных эффектов, то есть сделать выбор в пользу модели со случайными эффектами.

Для проверки нулевой гипотезы об отсутствии индивидуальных эффектов согласно тесту множителей Лагранжа Бреуша-Пагана вычисляют LM- статистику по формуле:

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2} - 1 \right]^2$$

В случае если LM- статистика, вычисленная на основе остатков МНК-регрессии, больше, чем 3,84 (критического значения χ^2 с одной степенью свободы на 5%-ном уровне значимости), то можно отклонить нулевую гипотезу и сделать выбор в пользу модели со случайными эффектами.

Для проверки нулевой гипотезы об отсутствии индивидуальных эффектов согласно тесту Хонды вычисляют статистику Хонды по формуле:

$$g = \sqrt{\frac{NT}{2(T-1)}} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2} - 1 \right]^2$$

В случае если g-статистика, вычисленная на основе остатков МНК-регрессии, больше, чем 1,64, то можно отклонить нулевую гипотезу и сделать выбор в пользу модели со случайными эффектами.

3. Модель с фиксированными эффектами против модели со случайными эффектами. Тестируется нулевая гипотеза об отсутствии корреляции между индивидуальными эффектами и регрессорами (наличие случайных эффектов). Для проверки нулевой гипотезы используется тест Хаусмана. Определяется наблюдаемое значение статистики Q_H :

$$Q_H = (\hat{\beta}_{\text{áíóóð}} - \hat{\beta}_{\text{FGLS}})' \left[\hat{V}(\hat{\beta}_{\text{áíóóð}}) - V(\hat{\beta}_{\text{FGLS}}) \right]^{-1} (\hat{\beta}_{\text{áíóóð}} - \hat{\beta}_{\text{FGLS}}).$$

В случае если Q_H -статистика больше, чем критическое значение χ^2 -распределения с k_w степенями свободы, где k_w – число регрессоров во внутригрупповой модели, то можно отклонить нулевую гипотезу и сделать выбор в пользу модели с фиксированными эффектами.

Тема 9. Системы одновременных уравнений

Лекция 6

Аннотация. Данная тема раскрывает методы оценивания систем одновременных уравнений в условиях ограниченной и полной информации.

Ключевые слова. Идентификация моделей одновременных уравнений. Косвенный метод МНК. Двухшаговый МНК. Трехшаговый МНК. Тест Хаусмана-Ву.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, в которой изложены особенности разных методов оценивания систем одновременных уравнений.
- В качестве самостоятельной работы предлагается ознакомиться с презентацией, выполнить практическое задание и ответить на вопросы для изучения.
- Для проверки усвоения темы имеется тест для самоконтроля.

Рекомендуемые информационные ресурсы

1. Айвазян С.А. Основы эконометрики: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 432 с.

2. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник. – М.: Юрайт, серия “Магистр”, 2014. – 464 с.
3. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 576 с.
4. Международный эконометрический журнал «Квантиль», URL: <http://quantile.ru>.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: <http://www.gks.ru>.
6. Официальный сайт Центрального банка России, URL: <http://www.cbr.ru>.
7. Тимофеев В. С. Эконометрика: учебник. - М.: Юрайт, серия “Бакалавр”, 2013. – 328 с..
8. Тихомиров Н. П. Эконометрика: учебник. - М.: Экзамен, серия «Учебник Плехановской академии», 2007, -512 с.
9. Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент», URL: <http://ecsocman.hse.ru>.
10. Электронный учебник по статистике, созданный компанией StatSoft, разработчиком популярного пакета STATISTICA, URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
11. Электронный курс “Econometrics and Public Policy (Advanced)”, Princeton University, URL: https://blackboard.princeton.edu/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FcourseMain%3Fcourse_id%3D_214206_1

Глоссарий

Двухшаговый метод наименьших квадратов - метод оценивания точно идентифицируемых и сверхидентифицируемых систем уравнений, который основан на конструировании новых значений эндогенных переменных по приведенной форме модели и замене эндогенных переменных в правой части каждого уравнения их прогнозными значениями.

Достаточное условие идентификации – определитель матрицы, составленный из коэффициентов при переменных, отсутствующих в исследуемых уравнениях, не равен нулю, и ранг этой матрицы не менее числа эндогенных переменных системы без единицы. Для решения идентифицируемого уравнения применяется косвенный МНК, для решения сверхидентифицируемого – двухшаговый МНК.

Идентификация модели – это единственность соответствия между приведенной и структурной формами модели.

Косвенный метод наименьших квадратов – метод оценивания точно идентифицируемых систем уравнений, который основан на вычислении оценок структурных параметров через решение системы нелинейных уравнений, связывающих приведенные и структурные коэффициенты.

Необходимое условие идентификации - выполнение счетного правила: $D+1=N$ – уравнение идентифицируемо, $D+1<N$ – уравнение неидентифицируемо, $D+1>N$ – уравнение сверхидентифицируемо (N – число эндогенных переменных в уравнении, D – число predetermined переменных, отсутствующих в уравнении, но присутствующих в системе).

Приведенная форма модели - система линейных функций эндогенных переменных от всех predetermined переменных системы.

Структурная форма модели – система взаимосвязных (совместных) уравнений, в которой одни и те же зависимые переменные в одних уравнениях входят в левую часть, а в

других – в правую.

Тест Хаусмана-Ву – тест для проверки регрессоров на экзогенность, в случае если корреляция некоторых переменных с ошибкой вызывает сомнение.

Трехшаговый метод наименьших квадратов - метод оценивания точно идентифицируемых и сверхидентифицируемых систем, который основан на анализе ковариационной матрицы ошибок с использованием оценок, полученных в результате применения двухшагового метода наименьших квадратов.

Вопросы для изучения:

1. Проблема идентификации.
2. Косвенный, двухшаговый и трехшаговый МНК.
3. Тестирование на экзогенность.

Проблема идентификации. Идентификация – это единственность соответствия между приведенной и структурной формами модели. С позиции идентифицируемости структурные модели можно подразделить на три вида: идентифицируемые, неидентифицируемые, сверхидентифицируемые. Модель идентифицируема, если все структурные ее коэффициенты определяются однозначно, т.е. число параметров структурной модели равно числу параметров приведенной формы модели. Модель неидентифицируема, если число приведенных коэффициентов меньше числа структурных коэффициентов, и в результате структурные коэффициенты не могут быть оценены через коэффициенты приведенной формы модели. Модель сверхидентифицируема, если число приведенных коэффициентов больше числа структурных коэффициентов. В этом случае на основе приведенных коэффициентов можно получить два или более значений одного структурного коэффициента. Сверхидентифицируемая модель, в отличие от неидентифицируемой, практически решается, но требует для этого специальных методов исчисления параметров. Модель считается идентифицируемой, если каждое уравнение системы идентифицируемо. Если хотя бы одно из уравнений системы неидентифицируемо, то и вся модель считается неидентифицируемой. Если же в системе нет неидентифицируемых уравнений и имеется хотя бы одно сверхидентифицируемое, то модель будет сверхидентифицируемой. Обозначим H – число эндогенных переменных в i -ом уравнении системы, D – число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение. Тогда условие идентифицируемости уравнения может быть записано в виде следующего счетного правила:

$D+1 = H$ – уравнение идентифицируемо;

$D+1 < H$ – уравнение неидентифицируемо;

$D+1 > H$ – уравнение сверхидентифицируемо.

Это счетное правило отражает необходимое, но не достаточное условие идентификации. Достаточное условие идентификации отдельного уравнения состоит в том, чтобы матрица из коэффициентов при переменных, которые в данном уравнении отсутствуют (то есть коэффициенты берутся из всех остальных уравнений системы), имела ранг не меньший, чем количество эндогенных переменных в системе минус единица.

Косвенный, двухшаговый и трехшаговый МНК. Косвенный метод наименьших квадратов используется для точно идентифицируемых систем уравнений. Его алгоритм предполагает выполнение следующих действий: преобразование структурной формы системы к приведенной, оценивание параметров каждого уравнения системы обычным

методом наименьших квадратов, вычисление оценок структурных параметров как решение системы нелинейных уравнений, связывающих приведенные и структурные коэффициенты. Допустим, получены МНК-оценки коэффициентов приведенной формы: $\hat{\delta}_{11}, \hat{\delta}_{12}, \hat{\delta}_{21}, \hat{\delta}_{22}$. Оценки коэффициентов структурной формы вычисляются как решение следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{a_{11}}{1 - b_{12} b_{21}} = \hat{\delta}_{11}, \\ \frac{a_{22} b_{12}}{1 - b_{12} b_{21}} = \hat{\delta}_{21}, \\ \frac{a_{11} b_{21}}{1 - b_{12} b_{21}} = \hat{\delta}_{12}, \\ \frac{a_{22}}{1 - b_{12} b_{21}} = \hat{\delta}_{22}. \end{cases}$$

Двухшаговый метод наименьших квадратов используется как для точно идентифицируемых, так и для сверхидентифицируемых систем уравнений. Первый шаг: преобразование структурной формы системы к приведенной и оценивание параметров каждого уравнения приведенной формы с помощью обычного МНК. Второй шаг: Конструирование новых значений (вычисление прогнозов) эндогенных переменных по приведенной форме модели. Затем замена эндогенных переменных в правой части каждого уравнения их прогнозными значениями и оценивание параметров полученной системы с использованием обычного МНК. Здесь дважды используется МНК: на первом шаге - при определении приведенной формы модели и нахождении на ее основе оценок теоретических значений эндогенной переменной $\hat{y}_i = \delta_{i1} x_1 + \delta_{i2} x_2 + \dots + \delta_{im} x_m$, и на втором шаге применительно к структурному сверхидентифицируемому уравнению - при определении структурных коэффициентов модели по данным теоретических (расчетных) значений эндогенных переменных.

Трехшаговый метод наименьших квадратов разработан для оценки одновременно всех уравнений структурной формы модели с учетом возможной взаимной коррелированности регрессионных остатков различных уравнений системы. Этот метод оказывается более эффективным, чем ДМНК, если случайные остатки различных уравнений системы взаимно коррелированы, т.е. если их взаимная ковариационная матрица отлична от диагональной. Первые два шага этого метода совпадают с шагами двухшагового метода наименьших квадратов. Третий шаг: анализ ковариационной матрицы ошибок с использованием оценок, полученных в результате применения двухшагового метода наименьших квадратов. Оценки структурных коэффициентов используются для подсчета выборочной ковариационной матрицы случайных остатков. Последняя, в свою очередь, используется для одновременного вычисления оценок всех структурных параметров системы с помощью обобщенного МНК в рамках соответствующим образом построенной обобщенной линейной модели множественной регрессии. Это делает возможным применение обобщенного метода наименьших квадратов. Наиболее просто 3МНК описывается с помощью матричных обозначений, поэтому воспользуемся изложением в рамках учебника: Айвазян С.А. Основы эконометрики: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Пусть в нашем распоряжении имеются наблюдения

$$\mathbf{Y} = \begin{pmatrix} y_1^{(1)} & y_1^{(2)} & \dots & y_1^{(m)} \\ y_2^{(1)} & y_2^{(2)} & \dots & y_2^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n^{(1)} & y_n^{(2)} & \dots & y_n^{(m)} \end{pmatrix}; \quad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(p)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(p)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & \dots & x_n^{(p)} \end{pmatrix} \quad (5)$$

соответственно эндогенных и экзогенных переменных. Таким образом, через n обозначен объём выборки, через m – число эндогенных переменных, через p – число экзогенных переменных.

Каждое i – е уравнение системы можно записать в виде матричного равенства

$$\mathbf{Y}^{(i)} = \mathbf{Z}(i) \boldsymbol{\Theta}(i) + \Delta(i), \quad (6)$$

где $\mathbf{Z}(i) = (\mathbf{Y}(i) \quad \dots \quad \mathbf{X}(i))$, а матрицы $\mathbf{Y}(i)$ и $\mathbf{X}(i)$ составлены из тех столбцов матриц \mathbf{Y} и \mathbf{X} , которые соответствуют переменным, присутствующим в правой части i – го уравнения.

Вектор – столбец неизвестных параметров правой части i – го уравнения имеет вид

$$\boldsymbol{\Theta}(i) = (-\beta_{ij_1}, \dots, -\beta_{ij_m}; -c_{ik_1}, \dots, -c_{ik_{p_i}})' \quad (7)$$

Здесь первый набор параметров относится к эндогенным переменным правой части, а второй набор – к экзогенным.

$\Delta(i)$ представляет собой вектор – столбец остатков данного уравнения.

Оценка неизвестных параметров системы по трехшаговому МНК сводится к применению формулы

$$\hat{\boldsymbol{\Theta}}_{\text{МНК}} = (\tilde{\mathbf{Z}}' \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\tilde{\mathbf{A}}}^{-1} \tilde{\mathbf{Z}})^{-1} \tilde{\mathbf{Z}}' \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\tilde{\mathbf{A}}}^{-1} \tilde{\mathbf{Y}} \quad (8)$$

Здесь

$$\hat{\boldsymbol{\Theta}} = \begin{pmatrix} \hat{\boldsymbol{\Theta}}(1) \\ \hat{\boldsymbol{\Theta}}(2) \\ \vdots \\ \hat{\boldsymbol{\Theta}}(m) \end{pmatrix}, \quad \tilde{\mathbf{Y}} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{Y}^{(1)} \\ \mathbf{X}'\mathbf{Y}^{(2)} \\ \vdots \\ \mathbf{X}'\mathbf{Y}^{(m)} \end{pmatrix}, \quad \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\tilde{\mathbf{A}}} = \begin{pmatrix} \hat{\sigma}_{11} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \hat{\sigma}_{12} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \dots & \hat{\sigma}_{1m} \mathbf{X}'\mathbf{X} \\ \hat{\sigma}_{21} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \hat{\sigma}_{22} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \dots & \hat{\sigma}_{2m} \mathbf{X}'\mathbf{X} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{\sigma}_{m1} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \hat{\sigma}_{m2} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \dots & \hat{\sigma}_{mm} \mathbf{X}'\mathbf{X} \end{pmatrix},$$

$$\hat{\sigma}_{ij} = \frac{1}{n} (\mathbf{Y}^{(i)} - \mathbf{Z}(i) \boldsymbol{\Theta}_{\text{МНК}}(i))' (\mathbf{Y}^{(j)} - \mathbf{Z}(j) \boldsymbol{\Theta}_{\text{МНК}}(j)),$$

$$\tilde{\mathbf{Z}} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{Z}(1) & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}(2) & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{X}'\mathbf{Z}(m) \end{pmatrix}.$$

При этом следует обратить внимание на то, что оценки ковариаций $\hat{\sigma}_{ij}$ остатков i – го и j – го уравнений системы основаны на оценках параметров, полученных по двухшаговому МНК.

Тестирование на экзогенность. Для оценивания систем одновременных уравнений применяется двухшаговый метод наименьших квадратов, потому что корреляция регрессоров с ошибками делает оценки обычного метода наименьших квадратов несостоятельными. Однако если корреляция некоторых переменных с ошибкой вызывает сомнение, то имеет смысл протестировать их на экзогенность, поскольку трактовка экзогенных переменных на эндогенность хотя и не приводит к потере состоятельности оценок, но снижает их эффективность (увеличивает дисперсию, делая оценки более колеблемыми относительно их математического ожидания). Тест Хаусмана-Ву на экзогенность устроен следующим образом. Если в рассматриваемом уравнении имеется несколько переменных, экзогенность которых подлежит проверке, то сначала для каждой такой переменной строится инструмент.

В качестве инструмента берутся теоретические значения данной переменной из регрессии ее на predetermined переменные. Далее строится регрессия объясняемой переменной исходного уравнения на все переменные этого уравнения и построенные инструменты. Нулевая гипотеза состоит в том, что все коэффициенты при инструментах равны нулю, альтернативная – что хотя бы один из них значимо отличен от нуля. Для проверки нулевой гипотезы применяется F-критерий Фишера. Если же тестируется значимость только одного коэффициента, то применение F-критерия эквивалентно использованию t-критерия Стьюдента.