

Правительство Российской Федерации

**Государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет - Высшая школа экономики»
Нижегородский филиал**

Факультет экономики

Программа дисциплины

Эконометрика

специальность 080111.65 «Маркетинг»
подготовки специалиста

Автор А.Г. Максимов, к.ф.-м.н., доцент

Рекомендовано УМС
Секция «Экономика»
Председатель

_____ С.Ю. Хасянова
«__» _____ 2010 г.

Одобрено на заседании кафедры
Экономической теории и
эконометрики

Зав. кафедрой
_____ А.М. Силаев
«__» _____ 2010 г.

Утверждено УМС филиала
Председатель

_____ Л.Г.Макарова
«__» _____ 2010 г.

Нижний Новгород, 2010 г.

Пояснительная записка

Программа рассчитана на студентов 3 курса дневного отделения факультета менеджмента, специальности Маркетинг НФ ГУ-ВШЭ.

Программа разработана доцентом, к.ф.-м.н. А.Г.Максимовым на основе программы курса «Эконометрика» (проф. Г.Г.Канторович, ГУ-ВШЭ)

Требования к студентам. Данный курс опирается на знания студентов, полученных в курсах экономической теории, математического анализа, линейной алгебры, теории вероятности и математической статистики.

Аннотация

Материал дисциплины предназначен для использования в курсах, связанных с количественным анализом реальных экономических данных (например, различные разделы микро- и макроэкономики, маркетинга), эмпирическим построением математических моделей экономических и социальных процессов, анализа рынков, предпочтения потребителей, верификацией гипотез, теоретических моделей и т.д. Знания, полученные в процессе изучения дисциплины могут быть использованы в спецкурсах по статистическому прогнозированию, теории оптимального управления, математическим моделям в экономике и управлении, принятию решений в условиях неопределенности и т.д. Основными видами занятий служат лекции, семинарские занятия, практические занятия с использованием пакета ***EViews***, посещение которых является обязательным. В самостоятельную работу студента входит освоение теоретического материала, подготовка к семинарским и практическим занятиям, написание эссе-исследования (для желающих), подготовка к итоговому контролю в форме экзамена.

Учебная задача курса:

Систематическое изложение методов теоретической эконометрики, включая построение модели, оценку параметров и проверку качества моделей. В результате изучения курса студент должен освоить основные понятия эконометрики, овладеть основным аппаратом эконометрического исследования, уметь применять его для решения конкретных задач

Формы контроля:

- *Текущий контроль:* 2 контрольных работы, для желающих - эссе-исследование.
- *Итоговый контроль:* 2-й модуль - экзамен.
- *Итоговая оценка:* Итоговая экзаменационная оценка в конце 2-го модуля выставляется с учетом суммарного количества баллов, полученных студентами за контрольные работы, эссе-исследование, работу на семинарах и за ответ на экзамене. Необходимым условием оценки *отлично* является написание контрольных работ на 6-10, полное владение теоретическим материалом (в рамках программы). Необходимым условием оценки *хорошо* является написание контрольных работ, твердое знание основ курса, умение построить и протестировать (исследовать) эконометрическую модель средствами эконометрического пакета.

Тематический план

№ п.п	Наименование разделов и тем	Аудиторные Часы			Контроль ные работы	Самост оятельна я работа	Всего часов
		лекции	Сем. Занятия	Всего			
1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования. Математическая и эконометрическая модель. Типы экономических данных.	1		1		2	3
2	Основные понятия теории вероятностей. Основные характеристики распределений случайных величин Свойства математического ожидания и дисперсии. Условное математическое ожидание. Нормальное распределение и связанные с ним хи-квадрат распределение, распределения Стьюдента и Снедекора-Фишера. Их основные свойства. Работа с таблицами распределений.					6	6
3	Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение и выборочные характеристики (среднее, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Корреляционная связь.	1	2	3		6	9
4	Статистические выводы и проверка статистических гипотез. Прямая и альтернативная гипотезы. Критическое множество и решающее правило. Ошибки I и II рода	1	2	3		5	8

5	Классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия и ковариация) оценок параметров. Доверительный интервал. Тестирование гипотез. Качество подгонки R^2	2	4	6		8	14
6	Классическая линейная множественная регрессия. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия и ковариация) оценок параметров. Доверительный интервал. Тестирование гипотез. Качество подгонки $Adj-R^2$	2	6	8		8	16
7	Тесты на линейные ограничения Построение множественной линейной регрессии с ограничениями на параметры.	2	4	6	К.Р.	6	12
8	Функциональные преобразования переменных в линейной регрессионной модели. Линейная в логарифмах регрессия, как модель с постоянной эластичностью.	1	2	3		3	6
9	Использование качественных объясняющих переменных. Фиктивные (dummy) переменные в множественной линейной регрессии.	1	2	3		4	7

10	Мультиколлинеарность данных и последствия этого для оценок параметров регрессионной модели. Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимultiколлинеарность). Показатели степени мультиколлинеарности. Вспомогательные регрессии. Методы борьбы с мультиколлинеарностью.	1		1		2	4
11	Гетероскедастичность. Тесты на обнаружение. Проблемы МНК-оценок. Методы борьбы.	1	2	3		3	6
12	Понятие об автокорреляции случайной составляющей. Экономические причины автокорреляции. Авторегрессионная схема 1-го порядка (марковская схема).	1	1	2		2	4
13	Выбор "наилучшей" модели. Ошибка спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные.	1	2	3	К.Р.	2	5
14	Модели с дискретной зависимой переменной. Проблемы линейной регрессионной модели. Вероятностная интерпретация. Модели бинарного выбора. Logit-Probit-модели. Интерпретация коэффициентов. ММП-оценки. Тесты	1	2	3		3	6
	Всего	16	32	48		60	108

Содержание программы

Тема 1. Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования. Математическая и эконометрическая модель. Типы экономических данных.

Тема 2. Основные понятия теории вероятностей. Случайные события и случайные величины. Функции распределения и плотности распределения. Основные свойства

функций распределения. Совместное распределение нескольких случайных величин. Условное распределение и его свойства. Функция плотности распределения независимых в совокупности случайных величин.

Тема 3. Характеристики распределений случайных величин (математическое ожидание, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Свойства математического ожидания и дисперсии. Условное математическое ожидание.

Тема 4. Нормальное распределение и связанные с ним хи-квадрат распределение, распределения Стьюдента и Снедекора-Фишера. Их основные свойства. Работа с таблицами распределений.

Тема 5. Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение и выборочные характеристики (среднее, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Корреляционная связь.

Тема 6. Статистическое оценивание. Точечные оценки. Линейность, несмещенность, эффективность и состоятельность оценок. Свойства выборочных характеристик, как точечных оценок. Интервальные оценки, доверительный интервал. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии, оцениваемых по случайной выборке из нормального распределения.

Тема 7. Статистические выводы и проверка статистических гипотез. Прямая и альтернативная гипотезы. Критическое множество и решающее правило. Ошибки 1-го и 2-го рода. Мощность статистического критерия. Уровень значимости и проверка гипотезы. Двух- и односторонние критерии. Проверка статистических гипотез при помощи таблиц распределений (классический подход) и рассчитываемых компьютером точных значений уровня значимости (p-value).

Тема 8. Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам.

Тема 9. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК), как математический прием, минимизирующий сумму квадратов отклонений в направлении оси y . Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных по МНК: равенство нулю суммы остатков, прохождение найденной линии через точку с координатами \bar{X}, \bar{Y} , ортогональность остатков значениям независимой переменной и оцененным значениям зависимой переменной. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.

Тема 10. Разложение суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой переменной от ее выборочного среднего. Дисперсионный анализ. Геометрическая интерпретация (теорема Пифагора). Степень соответствия линии регрессии имеющимся данным. Коэффициент детерминации и его свойства. Связь между коэффициентом детерминации и коэффициентом корреляции. Выражение коэффициента наклона уравнения регрессии через коэффициент корреляции и ковариацию зависимой и независимой переменных.

Тема 11. Классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной. Статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия и ковариация) оценок параметров. Теорема Гаусса-Маркова .

Тема 12. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и его следствия. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест). Проверка адекватности регрессии (F-тест). Прогнозирование по регрессионной модели и его точность. Доверительный интервал для прогнозных значений. Зависимость точности от горизонта прогноза.

Тема 13. Методология эконометрического исследования на примере линейной регрессии для случая одной объясняющей переменной.. Применение p-value для проверки значимости коэффициентов регрессии и F-significance - для проверки адекватности регрессии.

Тема 14. Множественная линейная регрессия в скалярной и векторной формах. Метод наименьших квадратов и его геометрическая интерпретация в многомерном случае. Система нормальных уравнений. Матричное выражение для вектора оценок коэффициентов регрессии (без вывода). Ковариационная матрица оценок коэффициентов регрессии. Несмещенная оценка дисперсии случайного члена (без доказательства). Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии.

Тема 16. Теорема Гаусса-Маркова для множественной линейной регрессии (без доказательства эффективности оценок). Случай нормальной случайной составляющей. Проверка значимости коэффициентов и адекватности регрессии для множественной линейной регрессионной модели. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Связь между коэффициентом множественной детерминации и F-отношением.

Тема 17. Построение множественной линейной регрессии с ограничениями на параметры (рассмотрение конкретных примеров без вывода общей формулы). Формулировка общей линейной гипотезы (наличия нескольких линейных соотношений между параметрами теоретической регрессии). Проверка общей линейной гипотезы, как проверка статистической значимости увеличения остаточной суммы квадратов в результате введения ограничений (без доказательства). F-статистика для ее проверки.

Тема 18. Функциональные преобразования переменных в линейной регрессионной модели. Линейная в логарифмах регрессия, как модель с постоянной эластичностью. Оценка производственной функции Кобба-Дугласа. Модель с постоянными темпами роста (полу-логарифмическая модель). Функциональные преобразования при построении кривых Филлипса и Энгеля. Полиномиальная регрессия. Выбор между линейной и линейной в логарифмах моделью, непригодность для этого коэффициента множественной детерминации. Тест Бокса-Кокса (Box-Cox test). Преобразование Зарембки (Zarembka scaling).

Тема 19. Использование качественных объясняющих переменных. Фиктивные (dummy) переменные в множественной линейной регрессии. Влияние выбора базовой категории на интерпретацию коэффициентов регрессии. Фиктивные переменные для дифференциации коэффициентов наклона. Сравнение двух регрессий с помощью фиктивных переменных. Анализ сезонности.

Тема 22. Мультиколлинеарность данных и последствия этого для оценок параметров регрессионной модели. Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимультиколлинеарность). Показатели степени мультиколлинеарности. Вспомогательные регрессии. Методы борьбы с мультиколлинеарностью.

Тема 23. Нарушение гипотезы о гомоскедастичности. Экономические причины гетероскедастичности. Последствия гетероскедастичности. Признаки гетероскедастичности. Тесты Парка, Глейзера. Применение коэффициента ранговой корреляции по Спирмену для диагностирования гетероскедастичности. Взвешенный метод наименьших квадратов при известных дисперсиях случайных составляющих в различных наблюдениях. Теорема Айткена. GLS, FGLS. Двухшаговый метод наименьших квадратов (Оценивание коэффициентов множественной линейной регрессии в условиях гетероскедастичности).

Тема 24. Понятие об автокорреляции случайной составляющей. Экономические причины автокорреляции. Авторегрессионная схема 1-го порядка (марковская схема). Следствие неучета автокорреляции для оценок МНК. Диагностирование автокорреляции. Тест серий. Статистика Дарбина-Уотсона. Обобщенный метод наименьших квадратов для оценки регрессии при наличии автокорреляции и известном значении параметра ρ . Поправка Прейса-Винстона для первого наблюдения. Процедура Кокрена-Оркутта. Двух-шаговая процедура Дарбина, метод Хилдрета-Лу .

Тема 25. Выбор "наилучшей" модели. Ошибки спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные. Проверка гипотезы о группе излишних переменных (значимость уменьшения остаточной суммы квадратов)..Неправильная функциональная форма модели. Тест Рамсея. Квази-R2

Тема 20. Метод максимального правдоподобия (ММП). Свойства оценок ММП.

Тема 26. Модели с дискретной зависимой переменной. Проблемы линейной регрессионной модели. Вероятностная интерпретация. Модели бинарного выбора. Logit- Probit-модели. Интерпретация коэффициентов. Метод максимального правдоподобия для оценки параметров в Logit- Probit-моделях. Тесты на значимость оценок коэффициентов, значимость модели в целом, проверка гипотез линейных ограничений. Проблемы гетероскедастичности, неправильной спецификации. Понятие о моделях множественного выбора и моделях с урезанными и цензурированными выборками (Tobit-модель)

Литература

Основная

1. Магнус Я. Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. Изд.9. - М., Дело, 2007.
2. С.А.Айвазян, В.С.Мхитарян Прикладная статистика и основы эконометрики М. ЮНИТИ, 2003
3. К. Доугерти. Введение в эконометрику. М., ИНФРА-М, 2004
4. М.Вербик, Путеводитель по современной эконометрике.—М: Научная книга, 2008.—616 с.

Дополнительная

5. Greene, William H. Econometric Analysis / William H. Greene. - 6th ed. - New York: Pearson Education International, 2007
6. D. Gujarati. Essentials of econometrics. McGraw-Hill 1992
7. D. Gujarati. Basic econometrics. McGraw-Hill 1995
8. G. S. Maddala. Introduction to econometrics. Macmillan Publishing Co. 1992
9. Аистов А.В., Максимов А.Г.; Эконометрика шаг за шагом. Учеб. пособие для вузов – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. – 178, с. - ISBN 5-7598-0332-9
10. Катышев П.К., Магнус Я. Р., Пересецкий А.А., Головань С.В. Сборник задач к начальному курсу эконометрики.. Изд.4. - М., Дело, 2007.
11. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность.—М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2005.—863 с.
12. Marno Verbeek. A Gide to Modern Econometrics. 2nd edition. — Chichester-New York-Weinheim- Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons, Ltd, 2006

Контрольная работа № 1

1. Известно, что масса коробок с конфетами фабрики "Красный Октябрь" распределена по нормальному закону, а средняя масса равна 503 гр. Найти стандартное отклонение, если 5% коробок имеют массу меньше 5 грамм.

2. Из нормально распределенной генеральной совокупности извлечена выборка объема 10

X_i -2 1 2 3 4 5

M_i 2 1 2 2 2 1,

где X_i - значения случайной величины, а M_i - число раз, которое выпала величина X_i .
Оценить 95% доверительный интервал для математического ожидания случайной величины X .

3. 4. Найти критические t-значения в следующих случаях:

- а) $n=4$, $\alpha =0.05$ (двусторонний критерий)
- б) $n=4$, $\alpha =0.05$ (односторонний критерий)
- в) $n=14$, $\alpha =0.01$ (двусторонний критерий)
- г) $n=14$, $\alpha =0.01$ (односторонний критерий)
- е) $n=60$, $\alpha =0.05$ (двусторонний критерий)
- ж) $n=200$, $\alpha =0.05$ (двусторонний критерий).

4. Пусть месячный душевой доход в России распределен по нормальному закону со средним 1000 рублей и дисперсией 10000 (рублей в квадрате). Какова вероятность, что душевой доход лежит между 800 и 1200 руб.?

При выборочном опросе 1000 человек оказалось, что выборочное среднее составило 900 руб., а несмещенная оценка выборочной дисперсии - 9000 (руб. в квадрате). Какова вероятность получения именно такого значения выборочного среднего? Постройте 95%-й доверительный интервал для истинного среднего. На уровне значимости 10% проверьте гипотезу о том, что истинное математическое ожидание равно 950 рублей, если истинное значение дисперсии неизвестно.

5. Задана двумерная плотность вероятности:

$$\rho(x, y) = \begin{cases} 6 - 12y, & \text{при } 0 \leq 2y \leq 1; 0 \leq x \leq 2y \\ 6 - 6x, & \text{при } 0 \leq 2y \leq 1; 2y \leq x \leq 1 \\ \text{в остальных точках } \rho(x, y) = 0. \end{cases}$$

Найти функцию $E_x(x|y)$ - условное математическое ожидание случайной величины X при фиксированном значении случайной величины Y.

6. Пусть методом наименьших квадратов получена регрессия $Y = 2 - 3X$, а оценки дисперсий коэффициентов и оценка их ковариации составили соответственно 1, 2 и 0.5. Как изменятся оценки коэффициентов регрессии и оценки элементов ковариационной матрицы этих коэффициентов после следующей замены переменных: $Z = 2Y - 1$, $V = -X + 2$.

7. Методом наименьших квадратов по 29 наблюдениям оценена функция спроса на яблоки

где Y - спрос на яблоки, P1 - цена на яблоки, P2 - цена на апельсины, P3 - цена на бананы. Получена оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии:

На уровне значимости 5% проверить гипотезу о том, что спрос на яблоки не изменится, если все цены вырастут в одинаковое число раз.

Контрольная работа № 2

1. Рассмотрим выборочную регрессию $Y_i = a + bX_i + e_i$, $i = 1, 2, \dots, N$. Доказать, что из условий $\sum e_i = 0$, $\sum e_i X_i = 0$ следуют оценки коэффициентов a и b, идентичные оценкам метода наименьших квадратов.

2-. Хозяин небольшого автомагазина получил следующие данные о продажах по 10 торговым дням:

Y	3	6	10	5	10	12	5	10	10	8
X	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2

где Y - количество проданных автомобилей, X - количество продавцов.

Найти регрессию Y на X. Определить: оценки коэффициентов, их t - отношения и стандартные ошибки, R^2 , остаточную сумму квадратов, объясненную регрессией сумм квадратов.

На уровне значимости 5% проверить гипотезу о линейной зависимости числа продаж от числа продавцов.

4. В линейной регрессии $Y_i = a + bX_i + \varepsilon_i$, $i = 1, 2, \dots, N$, по 10 наблюдениям получены следующие выборочные моменты:

$$\sum Y_i = 8; \sum X_i = 40; \sum Y_i^2 = 26; \sum X_i^2 = 200; \sum X_i Y_i = 20.$$

Найти оценку Y при $X=10$ и построить для нее 95% доверительный интервал.

4. Зависимая переменная в простой линейной регрессии разбивается на два слагаемых: $Y_i = Y_{1i} + Y_{2i}$. Для каждого из слагаемых строится простая линейная регрессия на одну и ту же независимую переменную. Доказать, что коэффициенты исходной регрессии равны сумме соответствующих коэффициентов регрессий для слагаемых.

5. Пусть X , Z и U три *некоррелированных* n -мерных вектора с одинаковыми стандартными отклонениями, и Y - n -мерный вектор, имеющий одинаковые выборочные коэффициенты корреляции с векторами X , Z и U . Найти соотношения между коэффициентами простых линейных регрессий Y на X , $X+Z$ и $Z+U$, а также между оценками дисперсий соответствующих коэффициентов этих регрессий.

Вопросы к экзамену

1. Статистическое оценивание. Точечные оценки. Линейность, несмещенность, эффективность и состоятельность оценок. Свойства выборочных характеристик, как точечных оценок. Интервальные оценки, доверительный интервал. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии, оцениваемых по случайной выборке из нормального распределения
2. Статистические выводы и проверка статистических гипотез. Прямая и альтернативная гипотезы. Критическое множество и решающее правило. Ошибки 1-го и 2-го рода. Мощност статистического критерия. Уровень значимости и проверка гипотезы. Двух- и односторонние критерии. Проверка статистических гипотез
3. Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Линейность регрессии по переменным и параметрам. Причины существования случайной составляющей. Случайная составляющая и остатки регрессии. Различные функционалы, зависящие от остатков.
4. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных по МНК, в том числе ортогональность остатков значениям независимой переменной и оцененным значениям зависимой переменной.
5. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов. Дисперсионный анализ. Коэффициент детерминации и его свойства. Связь между коэффициентом детерминации и коэффициентом корреляции. Выражение коэффициентов парной регрессии через статистические характеристики регрессора и регрессанта
6. Классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной. Статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия и

- ковариация) оценок параметров. Теорема Гаусса-Маркова (формулировка).
7. Классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной. Теорема Гаусса-Маркова (с доказательством).
 8. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и его следствия. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез об их значимости (t-тест).
 9. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и его следствия. Проверка значимости регрессии (F-тест).
 10. Особенности регрессии, проходящей через начало координат (без свободного члена). Выражения для вычисления коэффициентов регрессии и их дисперсий при отсутствии свободного члена. Неприменимость коэффициента детерминации для оценки качества подгонки регрессии.
 11. Линейные преобразования переменных. Изменение оценок коэффициентов регрессии и их дисперсий, связанное с линейным преобразованием переменных. Регрессия в центрированных и нормированных переменных.
 12. Множественная линейная регрессия в скалярной и векторной формах. МНК и его геометрическая интерпретация в многомерном случае. Система нормальных уравнений. Матричное выражение для вектора оценок коэффициентов регрессии. Идея вывода.
 13. Ковариационная матрица оценок коэффициентов регрессии. Несмещенная оценка дисперсии случайного члена. Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии.
 14. Теорема Гаусса-Маркова для множественной линейной регрессии. Распределение оценок коэффициентов регрессии при известной дисперсии случайной составляющей. Проверка значимости коэффициентов для множественной линейной регрессионной модели (случай нормальной случайной составляющей).
 15. Проверка значимости регрессии для множественной линейной регрессионной модели (случай нормальной случайной составляющей). Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Связь между коэффициентом множественной детерминации и F-отношением.
 16. Построение множественной линейной регрессии с ограничениями на параметры). Формулировка общей линейной гипотезы (наличия нескольких линейных соотношений между параметрами теоретической регрессии). Проверка общей линейной гипотезы, как проверка статистической значимости увеличения остаточной суммы квадратов в результате введения ограничений. F-статистика для ее проверки.
 17. Построение множественной линейной регрессии с ограничениями на параметры. Формулировка общей линейной гипотезы (наличия нескольких линейных соотношений между параметрами теоретической регрессии). Конкретные примеры ограничений. Формулировка гипотез и их проверка.
 18. Функциональные преобразования переменных в линейной регрессионной модели. Функциональные преобразования при построении кривых Филлипса и Энгеля. Линейная в логарифмах регрессия, (модель с постоянной эластичностью). Полулогарифмическая модель с постоянными темпами роста. Полиномиальная регрессия.
 19. Проблемы выбора «лучшей» модели (неприменимость R^2). Тест Бокса-Кокса (Box-Cox test). Преобразование Зарембки (Zarembka scaling).

20. Проблема однородности данных. Качественные объясняющие переменные. Фиктивные (dummy) переменные во множественной линейной регрессии. Базовая модель и интерпретация оценок коэффициентов регрессии. Анализ сезонности. Преимущество использования dummy-переменных. Тест на структурные изменения (тест Chow).
21. Метод максимального правдоподобия (ММП). Свойства оценок ММП.
22. Мультиколлинеарность данных и последствия этого для оценок параметров регрессионной модели. Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимультиколлинеарность). Показатели степени мультиколлинеарности. Вспомогательные регрессии. Методы борьбы с мультиколлинеарностью. Понятие о методе главных компонент.
23. Нарушение гипотезы о гомоскедастичности. Возможные причины гетероскедастичности. Последствия гетероскедастичности. Признаки гетероскедастичности. Тесты Парка, Глейзера, Спирмена, Гольфельда-Квандта, Брэуш-Пагана, Уайта для диагностирования гетероскедастичности. Поправки Уайта. Взвешенный метод наименьших квадратов при известных дисперсиях случайных составляющих в различных наблюдениях. Оценивание коэффициентов множественной линейной регрессии в условиях гетероскедастичности.
24. Нарушение гипотезы о гомоскедастичности. Возможные причины гетероскедастичности. Последствия гетероскедастичности. Поправки Уайта. Взвешенный метод наименьших квадратов при известных дисперсиях случайных составляющих в различных наблюдениях. Теорема Айткена. GLS, FGLS. Двухшаговый метод наименьших квадратов
26. Понятие об автокорреляции случайной составляющей. Экономические причины автокорреляции. Авторегрессионная схема 1-го порядка (Марковская схема). Следствие неучета автокорреляции для оценок МНК.
27. Понятие об автокорреляции случайной составляющей. Диагностирование автокорреляции. Тест серий. Статистика Дарбина-Уотсона. Обобщенный метод наименьших квадратов для оценки регрессии при наличии автокорреляции и известном значении параметра ρ . Поправка Прейса-Винстона для первого наблюдения. Процедура Кохрейна-Оркутта. процедура Дарбина, метод Хилдрета-Лу.
27. Выбор "наилучшей" модели. Ошибки спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные. Проблемы оценок коэффициента регрессии. Неправильная функциональная форма модели. Тест Рамсея. Поиск правильной спецификации модели как попытка борьбы с гетероскедастичностью и автокорреляцией остатков.
28. Модели с дискретной зависимой переменной. Проблемы линейной регрессионной модели. Вероятностная интерпретация. Модели бинарного выбора. Logit- Probit-модели. Интерпретация коэффициентов.
29. Метод максимального правдоподобия для оценки параметров в Logit- Probit-моделях. Тесты на значимость оценок коэффициентов, значимость модели в целом, проверка гипотез линейных ограничений. Проблемы гетероскедастичности, неправильной спецификации. Понятие о моделях множественного выбора и моделях с урезанными и цензурированными выборками (Tobit-модель)