

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»

Е.И. Титова, Е.И. Куимова

ТЕСТЫ ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
080200.62 «Менеджмент»

Пенза, 2013

УДК 519.862.6(075.8)

ББК 65в6+74.58я73

T45

Рецензенты: доцент кафедры менеджмент, кандидат экономических наук И.А. Игошина (ПГУАС);
доцент кафедры ИиВС, кандидат педагогических наук И.В. Акимова (ПГПУ им. В.Г. Белинского)

Титова Е.И.

T45 Тесты по эконометрике: учеб. пособие / Е.И. Титова, Е.И. Куимова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 104 с.

Содержит тестовые задания по дисциплине «Эконометрика», справочные материалы, варианты для контроля усвоения знаний по основным разделам эконометрического моделирования.

Пособие подготовлено на кафедре «Математика и математическое моделирование» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 080200.62 «Менеджмент» очной, заочной и дистанционной форм обучения, может быть использовано преподавателями в процессе обучения.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2013

© Титова Е.И., Куимова Е.И., 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание подготовлено в соответствии с современными требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для обучения студентов экономических специальностей. Тесты по основным разделам эконометрического моделирования, представленные в нем, могут служить как для закрепления основных понятий и способов действий, так и для самопроверки или контроля со стороны преподавателя. Справочный материал представлен в кратком изложении, при затруднении в ответе на вопрос рекомендуется использовать учебное пособие «Ермолаева Е.И., Куимова Е.И. Теоретические основы эконометрики».

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ

Раздел 1. Предмет эконометрики, ее цель, задачи и методы. Классы моделей, этапы эконометрического моделирования. Типы данных и виды переменных

Эконометрика – это наука, предметом изучения которой являются конкретные количественные взаимосвязи экономических процессов и явлений.

Термин *эконометрика* был введен в 1926 году норвежским ученым Ранаром Фришем и в дословном переводе означает «экономические измерения». Наряду с таким широким пониманием эконометрики встречается и весьма узкая трактовка эконометрики как набора математико-статистических методов, используемых в приложении математики к экономике.

Цель эконометрики – разработка методов моделирования и количественного анализа реальных экономических объектов.

Задачи эконометрики:

1) *Спецификация модели*

Построение вида эконометрической модели для дальнейшего анализа.

2) *Параметризация модели*

Оценка параметров модели на основе эмпирических данных.

3) *Верификация модели*

Проверка качества параметров модели и самой модели в целом на истинность.

4) *Прогнозирование по модели*

Составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам эконометрического моделирования.

В эконометрической модели эконометрический объект описывается и изучается с помощью эмпирических (статистических данных). Эконометрическая модель должна учитывать реальные условия существования объекта и не противоречить общим законам экономики.

Общим моментом для любой эконометрической модели является разбиение зависимой переменной на две части – *объясненную* и *случайную*:

$$Y = f(x) + \varepsilon,$$

где Y – наблюдаемое значение зависимой переменной (объясненная часть, результат); $f(x)$ – объясненная часть, зависящая от значений объясняющих переменных (факторов), объясняющие переменные мо-

гут иметь в модели случайные или определенные значения; ε – случайная составляющая (ошибка, возмущение).

Ошибка предсказаний по такой модели не должна превосходить некоторой заданной величины. Объясняемая переменная Y является случайной величиной с некоторым распределением при заданных значениях объясняющих переменных.

Решая задачу эконометрического моделирования, необходимо:

1. Определить объясненную часть, пользуясь экспериментальными данными.

2. Получить оценки параметров распределения случайной составляющей, рассматривая ее как СВ.

Различают два типа зависимости между явлениями и их признаками: функциональную и статистическую.

- 1) *Функциональная зависимость* – это связь, при которой каждому значению независимой переменной x соответствует точно определенное значение y . В экономических процессах такой вид зависимости между переменными встречается редко. Для этих процессов характерно взаимодействие случайных факторов. Существующая зависимость между признаками может проявляться не в каждом отдельном случае, а лишь «в общем и среднем» при большом количестве наблюдений.

- 2) *Статистическая зависимость* – это связь, при которой каждому значению независимой переменной x соответствует множество значений зависимой переменной y , причем заранее не известно, какое именно значение примет y . Частным случаем статистической зависимости является *корреляционная зависимость*.

Корреляционная зависимость – это связь, при которой каждому значению независимой переменной x соответствует определенное среднее значение (математическое ожидание) зависимой переменной y .

В регрессионном анализе рассматриваются односторонние зависимости случайной переменной Y от неслучайной независимой переменной X . Такая зависимость может возникнуть, когда при каждом фиксированном значении X соответствующие значения Y подвержены случайному разбросу за счет действия ряда неконтролируемых факторов. Тогда зависимость между X и Y , представленную в виде соотношения $Y = f(X)$ называют *модельным уравнением регрессии* (или просто *уравнением регрессии*).

Функциональная и корреляционная связь в зависимости от направления действия бывает *прямая* и *обратная*. По аналитическому выражению зависимость может быть прямолинейной (*линейной*) и криволинейной (*нелинейной*). В зависимости от количества признаков, включен-

ных в модель, корреляционные связи делят на однофакторные (*парные*, $Y = f(X)$) и многофакторные (*множественные*, $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$).

Все эконометрические модели условно делятся на три класса:

Классы эконометрических моделей	
<i>Регрессионные модели с одним уравнением</i>	Результативный признак Y представлен в виде функции одной или нескольких переменных: $Y = f(x) + \varepsilon$ или $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon$. Объясненная составляющая есть $M_X(Y)$, т.е. среднее, ожидаемое значение результата Y при заданных значениях факторов.
<i>Системы одновременных уравнений</i>	Состоят из тождеств и регрессионных уравнений, в которых наряду с факторными признаками включены результативные признаки из других уравнений системы. Т.о. в системе уравнений одни и те же переменные одновременно рассматриваются как зависимые переменные в одних уравнениях и независимые – в других. В тождествах вид и значения параметров известны, в уравнениях параметры оценивают.
<i>Модели временных рядов</i>	Результативный признак является функцией времени или зависит от переменных, относящихся к другим моментам времени (лаговых переменных).

В классическом курсе эконометрики рассматриваются два типа данных по экономическому объекту.

1) *Пространственные данные*

Набор сведений, показателей экономических переменных, полученных в данный момент времени по разным объектам. Например, объем производства предприятий региона; численность студентов в вузах города на конкретный момент времени. Т.е. все данные получены примерно в неизменных условиях.

2) *Временные данные*

Набор сведений, характеризующих один и тот же объект за разные периоды времени, например индекс потребительских цен или числен-

ность занятого населения за последние несколько лет. Модели временных рядов, как правило, оказываются сложнее моделей пространственной выборки, так как наблюдения не будут независимыми.

Объект эконометрического моделирования чаще всего характеризуется многими признаками. Признаки или переменные эконометрических моделей условно делятся на следующие виды:

Виды переменных	
<i>Экзогенные (независимые, x)</i>	Их значения задаются извне модели
<i>Эндогенные (зависимые, y)</i>	Их значения определяются внутри модели
<i>Лаговые (экзогенные или эндогенные)</i>	Относятся к предыдущим моментам времени и находятся в одном уравнении с текущими переменными.
Важно!	Эконометрическая модель позволяет объяснить поведение эндогенных переменных в зависимости от значений экзогенных и лаговых эндогенных переменных (т.е. в зависимости от предопределенных переменных)
<i>Фиктивные переменные</i>	Их значения имеют качественный, а не количественный характер. Поэтому им присваиваются те или иные цифровые метки

Чтобы получить достаточно достоверные и информативные данные о распределении какой-либо случайной величины, необходимо иметь выборку ее наблюдений достаточно большого объема. Такие выборки представляют собой наборы значений факторных переменных $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, причем объем выборки должен быть в 6-7 раз больше количества факторов модели.

Корреляционно-регрессионный анализ проводится в определенной логической последовательности.

1 этап. Предварительный анализ явлений. Выяснение причин возникновения взаимосвязи между признаками явления.

2 этап. Разделение признаков на факторные и результативные. Выбор наиболее существенных признаков для их дальнейшего исследования и включения в корреляционную модель.

3 этап. Предварительная оценка формы уравнения регрессии.

4 этап. Вычисление коэффициентов регрессии и их смысловая интерпретация.

5 этап. Расчет теоретически ожидаемых (рассчитанных по уравнению регрессии) значений результативного признака.

6 этап. Определение и сравнительный анализ дисперсий: общей, факторной и остаточной. Оценка тесноты связи между признаками, включенными в регрессионную модель.

7 этап. Общая оценка качества модели, отсеивание несущественных (или включение дополнительных факторов), при необходимости повторение всех предыдущих этапов.

8 этап. Статистическая оценка достоверности параметров уравнения регрессии, построение доверительных границ для теоретически ожидаемых по уравнению регрессии значений функции.

9 этап. Практические выводы из анализа.

Эконометрические методы складывались в преодолении таких погрешностей анализа как:

- асимметричность связей;
- мультиколлинеарность объясняющих переменных;
- закрытость механизма связи между переменными;
- эффект гетероскедастичности остатков регрессии;
- автокорреляция остатков;
- ложная корреляция;
- наличие лагов.

1.1. Какое определение соответствует понятию «эконометрика»:

а) это наука, предметом изучения которой является количественная сторона массовых социально-экономических явлений и процессов в конкретных условиях места и времени;

б) это наука, предметом изучения которой является количественное выражение взаимосвязей экономических процессов и явлений;

в) это наука, предметом изучения которой являются общие закономерности случайных явлений и методы количественной оценки влияния случайных факторов.

1.2. Эконометрическая модель – это модель:

а) гипотетического экономического объекта;

б) конкретно-существующего экономического объекта, построенная на гипотетических данных;

в) конкретно-существующего экономического объекта, построенная на статистических данных.

1.3. Какова цель эконометрики?

- а) представить экономические данные в наглядном виде;
- б) разработать методы моделирования и количественного анализа реальных экономических объектов;
- в) определить способы сбора и группировки статистических данных;
- г) изучить качественные аспекты экономических явлений.

1.4. Спецификация модели – это:

- а) определения цели исследования и выбор экономических переменных модели;
- б) проведение статистического анализа модели, оценка качества ее параметров;
- в) сбор необходимой статистической информации;
- г) построение эконометрических моделей с целью эмпирического анализа.

1.5. Какая задача эконометрики является задачей параметризации модели:

- а) составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам эконометрического моделирования;
- б) оценка параметров построения модели;
- в) проверка качества параметров модели и самой модели в целом;
- г) построение эконометрических моделей для эмпирического анализа.

1.6. Верификация модели – это:

- а) определение вида экономической модели, выражение в математической форме взаимосвязи между ее переменными;
- б) определение исходных предпосылок и ограничений модели;
- в) проверка качества как модели в целом, так и ее параметров;
- г) анализ изучаемого экономического явления.

1.7. Как называются эконометрические модели, представляющие собой зависимость результативного признака от времени?

- а) регрессионные модели;
- б) системы одновременных уравнений;
- в) модели временных рядов.

1.8. Набор сведений о разных объектах, взятых за один период времени называется:

- а) временными данными;
- б) пространственными данными.

1.9. Выберите аналог понятия «независимая переменная»:

- а) эндогенная переменная;
- б) фактор;
- в) результат;
- г) экзогенная переменная.

1.10. Что из нижеперечисленного не оказывает непосредственного влияния на величину ошибки регрессии:

- а) спецификация модели;
- б) выборочные характеристики исходных статистических данных;
- в) особенности измерения переменных;
- г) опыт исследователя.

1.11. К ошибкам спецификации относятся:

- а) неоднородность данных в исходной статистической совокупности;
- б) неправильный выбор структуры математической функции для объясненной части уравнения регрессии;
- в) недоучет в уравнении регрессии какого-либо существенного фактора;
- г) ошибки измерения.

1.12. Рассмотрите модель зависимости общей величины расходов на питание от располагаемого личного дохода x и цены продукта питания p : $y = a_0 + a_1x + a_2p + \varepsilon$. Определите класс модели и вид переменных модели:

- а) регрессионная модель с одним уравнением; эндогенная переменная – расходы на питание, экзогенная переменная – располагаемый личный доход, предопределенная переменная – цена продуктов питания;
- б) регрессионная модель с одним уравнением; эндогенная переменная – расходы на питание, экзогенные переменные – располагаемый личный доход и цена продуктов питания;
- в) модель временного ряда; эндогенная переменная – расходы на питание, лаговые переменные – располагаемый личный доход и цена продуктов питания.

1.13. Связь называется корреляционной:

- а) если каждому значению факторного признака соответствует вполне определенное неслучайное значение результативного признака;
- б) если каждому значению факторного признака соответствует множество значений результативного признака, т.е. определенное статистическое распределение;
- в) если каждому значению факторного признака соответствует целое распределение значений результативного признака;
- г) если каждому значению факторного признака соответствует строго определенное значение результативного признака.

1.14. По аналитическому выражению различают связи:

- а) обратные;
- б) линейные;
- в) нелинейные;
- г) парные.

1.15. Регрессионный анализ заключается в определении:

- а) аналитической формы связи, в которой изменение результативного признака обусловлено влиянием одного или нескольких факторных признаков, а множество всех прочих факторов, также оказывающих влияние на результативный признак, принимается за постоянные и средние значения;
- б) тесноты связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным и множеством факторных признаков (при многофакторной связи);
- в) статистической меры взаимодействия двух случайных переменных;
- г) степени статистической связи между порядковыми переменными.

1.16. Экзогенные переменные модели характеризуются тем, что они:

- а) датируются предыдущими моментами времени;
- б) являются независимыми и определяются вне системы;
- в) являются зависимыми и определяются внутри системы.

1.17. Выберите аналог понятия «эндогенная переменная»:

- а) результат;
- б) фактор;
- в) зависимая переменная, определяемая внутри системы;
- г) предопределенная переменная.

1.18. Предопределенные переменные – это:

- а) все экзогенные и эндогенные переменные;
- б) только экзогенные переменные;
- в) все экзогенные и лаговые эндогенные переменные;
- г) лаговые экзогенные и эндогенные переменные.

1.19. Лаговые переменные – это:

- а) все экзогенные и эндогенные переменные;
- б) только экзогенные переменные;
- в) переменные, значения которых относятся к будущим моментам времени;
- г) переменные, значения которых относятся к предыдущим моментам времени.

1.20. К какому этапу эконометрического моделирования относится вычисление коэффициентов регрессии и их смысловая интерпретация?

- а) параметризация;
- б) спецификация;
- в) верификация;
- г) прогнозирование.

1.21. К какому этапу эконометрического моделирования относится статистическая оценка достоверности параметров уравнения регрессии?

- а) параметризация;
- б) спецификация;
- в) верификация;
- г) прогнозирование.

1.22. Фиктивные переменные – это:

- а) переменные, не включенные в модель регрессии;
- б) переменные, которым соответствуют неколичественные характеристики;
- в) переменные, значения которых относятся к будущим моментам времени.
- г) переменные, значения которых относятся к предыдущим моментам времени.

1.23. Если качественный фактор имеет три градации, то необходимое число фиктивных переменных:

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2.

1.24. Укажите уравнение прямой регрессии:

а) $\tilde{y} = a + bx$;

б) $\tilde{y} = \frac{1}{a + bx}$;

в) $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$;

г) $\tilde{y} = a \cdot x^b$.

1.25. Укажите уравнение обратной регрессии:

а) $\tilde{y} = 1 + 2x$;

б) $\tilde{y} = \frac{1}{1 + 2x}$;

в) $\tilde{y} = 5 \cdot x^{-3}$;

г) $\tilde{y} = 5 \cdot 2^x$.

Раздел 2. Парная регрессия и корреляция

Наиболее простой с точки зрения понимания, интерпретации и техники расчетов является линейная форма регрессии:

$$\tilde{y}_x = a + bx,$$

или

$$y = a + bx + \varepsilon.$$

Параметры линейной модели и их интерпретация:

b	Коэффициент регрессии показывает, на какую величину в среднем изменится результативный признак y , если переменную x увеличить на одну единицу измерения. Знак при коэффициенте регрессии показывает направление связи, при $a > 0$ связь прямая, при $a < 0$ связь обратная.
a	Свободный член регрессионного уравнения. Не имеет экономического смысла и показывает значение y , если факторный признак $x = 0$.
ε	Независимая, нормально распределенная случайная величина (остаток) с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией. Отражает тот факт, что изменение y будет неточно описываться изменением x , т.к. присутствуют другие факторы, неучтенные в данной модели.

Классический подход к оцениванию параметров линейной регрессии основан на методе наименьших квадратов (МНК). Сущность МНК заключается в том, что отыскиваются такие оценки параметров a и b , при которых сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака y_i от вычисленных по уравнению регрессии \tilde{y}_i будет наименьшей из всех возможных

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \rightarrow \min.$$

Формулы для расчетов параметров линейной парной регрессии:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}, \quad b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2}.$$

Оценка тесноты связи парной линейной регрессии:

а) коэффициент корреляции $r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$, или $r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$ покажет,

на сколько величин среднего квадратического отклонения σ_y изменится в среднем фактор y , когда фактор x увеличится на одно среднее квадратическое отклонение σ_x .

Если

$0 < r_{xy} < 0,3$, то связь между признаками практически отсутствует;

$0,3 < r_{xy} < 0,5$, связь между признаками слабая;

$0,5 < r_{xy} < 0,7$, связь между признаками умеренная;

$0,7 < r_{xy} < 1$, связь между признаками сильная.

б) коэффициент эластичности $\mathcal{E}_{xy} = b \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$ показывает, на сколько

процентов изменится результативный признак при изменении факторного признака на 1 %;

в) коэффициент детерминации r_{xy}^2 показывает, какая доля вариации результативного признака y учтена в модели и обусловлена влиянием на нее изменением переменной x . Чем больше доля объясненной вариации, тем лучше линейная модель аппроксимирует исходные данные и ею можно воспользоваться для прогноза значений результативного признака.

Оценка значимости уравнения регрессии в целом:

а) *F-критерий Фишера* при числе степеней свободы $k_1 = 1$ и $k_2 = n - 2$ и уровне значимости 0,05 используется для проверки гипотезы

тезы об отсутствии статистически значимой связи факторов, входящих в уравнение. Расчетное значение критерия:

$$F = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2).$$

Критическое значение критерия берется из таблицы критических точек распределения Фишера-Снедекора в приложениях к учебникам по теории вероятностей, статистике и эконометрике. Если расчетное значение F - критерия больше критического, нулевая гипотеза об отсутствии значимой связи признаков x и y отклоняется, и делается вывод о существенности этой связи.

Непосредственному расчету F -критерия предшествует анализ дисперсии. Центральное место в нем занимает разложение общей суммы квадратов отклонений фактических значений переменной y от среднего значения \bar{y} на две части: объясненную регрессией (факторную) и остаточную.

$$\sum (y - \bar{y})^2 = \sum (\tilde{y} - \bar{y})^2 + \sum (y - \tilde{y})^2.$$

Очевидно, что если объясненная часть суммы квадратов отклонений будет больше остаточной, то уравнение регрессии статистически значимо. Это равносильно тому, что коэффициент детерминации r_{xy}^2 будет приближаться к единице. Общую, факторную и остаточную дисперсию можно найти по формулам:

$$D_{\text{общ}} = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n - 1};$$

$$D_{\text{факт}} = \sum (\tilde{y} - \bar{y})^2;$$

$$D_{\text{ост}} = \frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{n - 2}.$$

Сопоставляя факторную и остаточную дисперсию, получим величину F -отношения, т.е. величину статистики критерия Фишера,

$$F = \frac{D_{\text{факт}}}{D_{\text{ост}}}.$$

б) *Средняя ошибка аппроксимации:*

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%.$$

Построенное уравнение регрессии считается удовлетворительным, если значение \bar{A} не превышает 15 %.

Оценка значимости параметров регрессии $\tilde{y}_x = a + bx$:

а) Стандартная ошибка параметра a рассчитывается по формуле

$$m_a = S \frac{\sqrt{\sum x^2}}{n\sigma_x},$$

где $S^2 = D_{ост} = \frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{n-2}$ – остаточная дисперсия признака y .

б) Стандартная ошибка коэффициента регрессии b рассчитывается по формуле

$$m_b = \frac{S}{\sigma_x \sqrt{n}}.$$

в) Стандартная ошибка коэффициента корреляции r_{xy} рассчитывается по формуле

$$m_r = \sqrt{\frac{1-r_{xy}^2}{n-2}}.$$

Для проверки нулевой гипотезы о несущественности найденного параметра регрессии применяют t -критерий Стьюдента при числе степеней свободы $(n-2)$ и уровне значимости 0,05.

Расчетные значения t -статистики вычисляются по формулам:

$$t_a = \frac{a}{m_a}, \quad t_b = \frac{b}{m_b}, \quad t_r = \frac{r}{m_r}.$$

Критическое значение берется из таблицы критических точек распределения Стьюдента в приложениях к учебникам по теории вероятностей и эконометрике. Если расчетное значение по абсолютной величине превышает табличное, гипотезу о несущественности параметра регрессии можно отклонить, параметр признается значимым.

Связь между F -критерием Фишера и t -критерием Стьюдента выражается равенством

$$t_b^2 = t_r^2 = F.$$

Расчет доверительных интервалов для параметров регрессии:

• доверительный интервал для параметра a определяется как $a \pm t_{\text{табл}} \cdot m_a$;

- доверительный интервал для коэффициента регрессии определяется как $b \pm t_{\text{табл}} \cdot m_b$.

Интервальный прогноз на основе линейного уравнения регрессии

Пусть x_p – прогнозное значение факторного признака; \tilde{y}_{x_p} – точечный прогноз результативного признака. Тогда

а) средняя ошибка прогноза $m_{\tilde{y}}$:

$$m_{\tilde{y}} = S \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{n\sigma_x^2}};$$

б) доверительный интервал прогноза

$$\tilde{y}_{x_p} - t_{\alpha} \cdot m_{\tilde{y}} \leq \tilde{y}_p \leq \tilde{y}_{x_p} + t_{\alpha} \cdot m_{\tilde{y}}.$$

Формулы для расчетов параметров нелинейной парной регрессии

Полином 2-го порядка: $\tilde{y} = a + bx + cx^2$.

Параметры a , b и c находят, решая методом определителей систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum y = n \cdot a + b \cdot \sum x + c \cdot \sum x^2 \\ \sum y \cdot x = a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 + c \cdot \sum x^3 \\ \sum y \cdot x^2 = a \cdot \sum x^2 + b \cdot \sum x^3 + c \cdot \sum x^4 \end{cases}$$

Гипербола: $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$.

Параметры a и b находят, решая систему уравнений

$$\begin{cases} \sum y = n \cdot a + b \cdot \sum \frac{1}{x} \\ \sum \frac{y}{x} = a \cdot \sum \frac{1}{x^2} + b \cdot \sum \frac{1}{x^3} \end{cases}$$

Регрессия $\tilde{y} = a + b \cdot \sqrt{x}$.

Система нормальных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} \sum y = n \cdot a + b \cdot \sum \sqrt{x} \\ \sum y \sqrt{x} = a \cdot \sum \sqrt{x} + b \cdot \sum x \end{cases}$$

Степенная функция: $\tilde{y} = a \cdot x^b$. Параметр b в ней имеет четкое экономическое истолкование, является *коэффициентом эластичности*.

Это значит, что величина коэффициента b показывает, на сколько процентов изменится в среднем результат, если фактор изменится на 1 %.

Пусть $Y = \ln y$, $X = \ln x$, $A = \ln a$. Тогда уравнение примет вид

$$Y = A + bX.$$

Параметры модели определяются по следующим формулам:

$$A = \bar{Y} - b\bar{X}, \quad b = \frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\overline{X^2} - (\bar{X})^2}.$$

Показательная функция: $\tilde{y} = a \cdot b^x$.

Пусть $Y = \ln y$, $A = \ln a$, $B = \ln b$. Тогда уравнение регрессии примет вид $Y = A + Bx$. Параметры модели определяются по следующим формулам:

$$A = \bar{Y} - B\bar{x}, \quad B = \frac{\overline{xY} - \bar{x} \cdot \bar{Y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}.$$

Полулогарифмическая функция: $\tilde{y} = a + b \cdot \ln x$.

Оценка параметров может быть найдена по формулам:

$$\begin{cases} \sum y = n \cdot a + b \sum \ln x \\ \sum y \ln x = a \sum \ln x + b \sum (\ln x)^2 \end{cases}.$$

Логистическая функция: $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$.

Обратная модель вида: $\tilde{y} = \frac{1}{a + bx}$.

Оценка параметров может быть найдена по формулам:

$$\begin{cases} \sum \frac{1}{y} = n \cdot a + b \sum x, \\ \sum \frac{x}{y} = a \sum x + b \sum x^2. \end{cases}$$

Нелинейная модель считается *внутренне линейной*, если с помощью соответствующих преобразований, например логарифмирования, она может быть приведена к линейному виду.

Проверка статистической значимости в целом уравнения нелинейной регрессии по F-критерию Фишера

$$F_{\text{расч}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m},$$

где n – число наблюдений; m – число параметров при переменной x .

Оценка тесноты связи в нелинейной регрессии:

а) индекс корреляции R

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_y^2}},$$

где σ_y^2 – общая дисперсия результативного признака; $\sigma_{\text{ост}}^2$ – остаточная дисперсия.

Кроме того,

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}.$$

Величина данного показателя находится в границах $0 \leq R \leq 1$, чем ближе к единице, тем теснее связь рассматриваемых признаков, тем более надежно найденное уравнение регрессии.

б) индекс детерминации R^2 имеет тот же смысл, что и коэффициент детерминации в линейных регрессионных моделях;

в) коэффициент средней эластичности $\mathcal{E}_{xy} = y'_x \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$, где y'_x – производная функции \tilde{y} .

Функция	Коэффициент средней эластичности
Парабола $\tilde{y} = a + bx + cx^2$	$\mathcal{E}_{xy} = (b + 2c\bar{x}) \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$
Гипербола $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$	$\mathcal{E}_{xy} = -\frac{b}{\bar{x} \cdot \bar{y}}$
Показательная $\tilde{y} = a \cdot b^x$	$\mathcal{E}_{xy} = \bar{x} \cdot \ln b$
Степенная $\tilde{y} = a \cdot x^b$	$\mathcal{E}_{xy} = b$
Экспоненциальная $\tilde{y} = a \cdot e^x$	$\mathcal{E}_{xy} = \bar{x}$
Полулогарифмическая $\tilde{y} = a + b \cdot \ln x$	$\mathcal{E}_{xy} = \frac{b}{\bar{y}}$
Логистическая $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$	$\mathcal{E}_{xy} = \frac{cx}{\frac{1}{b} e^{c\bar{x}} + 1}$
Обратная $\tilde{y} = \frac{1}{a + bx}$	$\mathcal{E}_{xy} = -\frac{b\bar{x}}{\bar{y}}$

При оценке параметров уравнения регрессии применяется метод наименьших квадратов. При этом делаются определенные предположения относительно случайной составляющей ε , которая представляет собой ненаблюдаемую величину. После того, как проведена оценка параметров модели, можно определить оценки случайной составляющей $y - \tilde{y}$, рассчитав разности фактических и теоретических значений результативного признака y . Их можно считать выборочной реализацией неизвестного остатка заданного уравнения регрессии, т.е. ε_i .

При изменении спецификации модели, добавлении в нее новых наблюдений выборочные оценки остатков ε_i могут меняться. Поэтому в задачу регрессионного анализа входит не только построение самой модели, но и исследование случайных отклонений ε_i , т.е. остаточных величин.

Требования, при которых модель считается адекватной, состоят в следующем:

1. Уровни ε_i ряда остатков имеют случайный характер.
2. Математическое ожидание уровней ряда остатков равно нулю.
3. Дисперсия каждого отклонения ε_i одинакова для всех значений x (свойство гомоскедастичности).
4. Значения ε_i независимы друг от друга, т.е. отсутствует автокорреляция.
5. Случайные величины ε_i распределены по нормальному закону.

Для оценки гетероскедастичности при малом объеме выборки можно использовать *метод Гольдфельда-Квандта*, согласно которому необходимо:

- расположить значения переменной x_i в порядке возрастания;
- разделить совокупность упорядоченных наблюдений на две группы;
- по каждой группе построить уравнение регрессии;
- определить остаточные суммы квадратов для первой и второй групп по формулам

$$S_1 = \sum_{i=1}^{n_1} \varepsilon_i^2; \quad S_2 = \sum_{i=n_1+1}^n \varepsilon_i^2,$$

где n_1 – число наблюдений в 1-й группе;

- рассчитать критерий $F_{\text{расч}} = \frac{S_1}{S_2}$ или $F_{\text{расч}} = \frac{S_2}{S_1}$ (в числителе должно быть большее число). При выполнении нулевой гипотезы о гомоскедастичности критерий $F_{\text{расч}}$ будет удовлетворять критерию Фишера-Сне-

декора для числа степеней свободы $k_1 = n_1 - m$ и $k_2 = n - n_1 - m$ (m – число оцениваемых параметров в уравнении регрессии), т.е. $F_{расч} < F_{табл}$. Чем больше величина $F_{расч}$ превышает табличное значение, тем больше нарушена предпосылка о гомоскедастичности.

Наличие гетероскедастичности в остатках регрессии можно проверить и с помощью ранговой корреляции Спирмена. Суть проверки заключается в том, что в случае гетероскедастичности абсолютные остатки ε_i коррелированы со значениями фактора x_i . Эту корреляцию можно измерить с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d – абсолютная разность между рангами x_i и $|\varepsilon_i|$. Статистическая значимость коэффициента ρ оценивается по критерию Стьюдента. Расчетное значение t -критерия вычисляется по формуле

$$t_\rho = \frac{\rho}{\sqrt{1 - \rho^2}} \sqrt{n - 2}.$$

Данная величина сравнивается с табличной величиной при $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $n - 2$. Если $t_\rho > t_{табл}$, то корреляция между ε_i и x_i статистически значима, т.е. имеет место гетероскедастичность остатков. В противном случае принимается гипотеза об отсутствии гетероскедастичности остатков.

Проверку независимости последовательности остатков (отсутствие автокорреляции) осуществляют с помощью d -критерия Дарбина-Уотсона. Расчетное значение критерия определяется по формуле

$$d = \frac{\sum (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum \varepsilon_i^2}$$

и сравнивается с нижним (d_1) и верхним (d_2) критическими значениями статистики Дарбина-Уотсона.

Возможны следующие случаи:

1) Если $d < d_1$, то гипотеза о независимости остатков отвергается, и модель признается неадекватной по критерию независимости остатков.

2) Если $d_1 < d < d_2$, включая сами эти значения, то считается, что нет достаточных оснований делать тот или иной вывод.

3) Если $d_2 < d < 2$, то гипотеза о независимости остатков принимается и модель признается адекватной по данному критерию.

4) Если $d > 2$, то это свидетельствует об отрицательной автокорреляции остатков. В этом случае расчетное значение критерия необходимо преобразовать по формуле $d' = 4 - d$ и сравнивать с критическим значением не d , а d' .

При нарушении гомоскедастичности и наличии автокорреляции ошибок рекомендуется заменять традиционный МНК обобщенным методом.

2.1. Суть метода наименьших квадратов состоит в

- а) минимизации суммы остаточных величин;
- б) минимизации дисперсии результативного признака;
- в) минимизации суммы квадратов остаточных величин.

2.2. Классический подход к оцениванию параметров регрессии основан на:

- а) методе наименьших квадратов;
- б) методе максимального правдоподобия;
- в) взвешенном методе наименьших квадратов.

2.3. Согласно методу наименьших квадратов минимизируется следующее выражение:

а) $\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2$; б) $\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)$; в) $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$; г) $\sum_{i=1}^n |y_i - \tilde{y}_i|$.

2.4. Эффективность оценки параметра регрессии, полученной по методу наименьших квадратов, означает:

- а) что она характеризуется наименьшей дисперсией;
- б) что математическое ожидание остатков равно нулю;
- в) увеличение ее точности с увеличением объема выборки.

2.5. Состоятельность оценки параметра регрессии, полученной по методу наименьших квадратов, означает:

- а) что она характеризуется наименьшей дисперсией;
- б) что математическое ожидание остатков равно нулю;
- в) увеличение ее точности с увеличением объема выборки.

2.6. На основании наблюдений за 50 семьями построено уравнение регрессии $\tilde{y} = 284,56 + 0,672x$, где y – потребление, x – доход. Соответствуют ли знаки и значения коэффициентов регрессии теоретическим представлениям?

- а) да;
- б) нет;
- в) ничего определенного сказать нельзя.

2.7. Суть коэффициента детерминации состоит в следующем:

- а) оценивает качество модели из относительных отклонений по каждому наблюдению;
- б) характеризует долю дисперсии результативного признака y , объясняемую регрессией, в общей дисперсии результативного признака;
- в) характеризует долю дисперсии y , вызванную влиянием неучтенных в модели факторов.

2.8. Качество модели из относительных отклонений регрессионного и фактического значений признака по каждому наблюдению оценивает:

- а) коэффициент детерминации;
- б) F -критерий Фишера;
- в) средняя ошибка аппроксимации A .

2.9. Какое значение не может принимать парный коэффициент корреляции:

- а) -0,973;
- б) 0,005;
- в) 1,111;
- г) 0,721.

2.10. При каком значении линейного коэффициента корреляции связь между признаками можно считать тесной:

- а) -0,975;
- б) 0,657;
- в) -0,111
- г) 0,421.

2.11. Какой критерий используют для оценки значимости коэффициента парной корреляции:

- а) F -критерий Фишера;
- б) t -критерий Стьюдента;
- в) критерий Пирсона;
- г) критерий Дарбина-Уотсона.

2.12. Если парный коэффициент корреляции между признаками равен -1 , то это означает:

- а) отсутствие связи;
- б) наличие обратной корреляционной связи;
- в) наличие прямой корреляционной связи;
- г) наличие обратной функциональной связи.

2.13. Если парный коэффициент корреляции между признаками принимает значение $0,675$, то коэффициент детерминации равен:

- а) $0,822$;
- б) $-0,675$;
- в) $0,576$;
- г) $0,456$.

2.14. В уравнении парной линейной регрессии $\tilde{y} = a + bx$ параметр b означает:

- а) усредненное влияние на результативный признак неучтенных (не выделенных для исследования) факторов;
- б) среднее изменение результативного признака при изменении факторного признака на 1% ;
- в) на какую величину в среднем изменится результативный признак y , если переменную x увеличить на одну единицу измерения;
- г) какая доля вариации результативного признака учтена в модели и обусловлена влиянием на нее переменной x ?

2.15. В уравнении парной степенной регрессии $\tilde{y} = a \cdot x^b$ параметр b означает:

- а) усредненное влияние на результативный признак неучтенных (не выделенных для исследования) факторов;
- б) среднее изменение результативного признака при изменении факторного признака на 1% ;
- в) на какую величину в среднем изменится результативный признак y , если переменную x увеличить на одну единицу измерения;
- г) какая доля вариации результативного признака учтена в модели и обусловлена влиянием на нее переменной x ?

2.16. Значение параметра b в уравнении линейной регрессии $\tilde{y} = a + bx$ определяется по формуле:

- а) $b = \bar{y} - a\bar{x}$;
- б) $b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2}$;

$$в) b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y};$$

$$г) b = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{n - 2}}.$$

2.17. Уравнение регрессии имеет вид $\tilde{y} = 2,02 + 0,78x$. На сколько единиц своего измерения в среднем изменится \tilde{y} при увеличении x на одну единицу своего измерения:

- а) увеличится на 2,02;
- б) увеличится на 0,78;
- в) увеличится на 2,8;
- г) не изменится?

2.18. Какой критерий используют для оценки значимости уравнения регрессии:

- а) F -критерий Фишера;
- б) t -критерий Стьюдента;
- в) критерий Пирсона;
- г) критерий Дарбина-Уотсона.

2.19. Какой критерий используют для оценки значимости коэффициентов регрессии:

- а) F -критерий Фишера;
- б) t -критерий Стьюдента;
- в) критерий Пирсона;
- г) критерий Дарбина-Уотсона.

2.20. Какой коэффициент определяет среднее изменение результативного признака при изменении факторного признака на 1 %:

- а) коэффициент регрессии;
- б) коэффициент детерминации;
- в) коэффициент корреляции;
- г) коэффициент эластичности.

2.21. Чему равен коэффициент эластичности, если уравнение регрессии имеет вид $\tilde{y} = 2,02 + 0,78x$, а средние значения признаков равны $\bar{x} = 5$, $\bar{y} = 6$:

- а) 0,94;
- б) 1,68;
- в) 0,65;
- г) 2,42.

2.22. Уравнение степенной функции имеет вид:

а) $\tilde{y} = a \cdot x^b$;

б) $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$;

в) $\tilde{y} = a \cdot b^x$;

г) $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$.

2.23. Уравнение гиперболы имеет вид:

а) $\tilde{y} = a \cdot x^b$;

б) $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$;

в) $\tilde{y} = a \cdot b^x$;

г) $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$.

2.24. Индекс корреляции определяется по формуле:

а) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%$;

б) $\sqrt{1 - \frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}$;

в) $\frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$;

г) $\frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2)$.

2.25. Какое уравнение регрессии нельзя свести к линейному виду:

а) $\tilde{y} = a \cdot x^b$;

б) $\tilde{y} = a + b \cdot \ln x$;

в) $\tilde{y} = a + b \cdot x^c$.

2.26. Для функции $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$ средний коэффициент эластичности

имеет вид:

а) $\mathcal{E}_{xy} = -\frac{b}{\bar{x} \cdot \bar{y}}$; б) $\mathcal{E}_{xy} = -\frac{b\bar{x}}{\bar{y}}$; в) $\mathcal{E}_{xy} = b$.

2.27. Какое из следующих уравнений нелинейно по оцениваемым параметрам:

а) $\tilde{y} = a + b \cdot \ln x$;

б) $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$;

в) $\tilde{y} = a + bx$;

г) $\tilde{y} = a \cdot b^x$.

2.28. Остаточная сумма квадратов равна нулю в том случае, когда

а) правильно подобрана регрессионная модель;

б) между признаками существует точная функциональная связь;

в) между признаками существует тесная корреляционная связь.

2.29. Оценки параметров регрессии (свойства оценок метода наименьших квадратов) должны быть:

а) несмещенными;

б) гетероскедастичными;

в) эффективными;

г) состоятельными.

2.30. Какой коэффициент расчета регрессии показывает долю учтенной в модели вариации результативного признака y и обусловленной влиянием факторных переменных?

а) коэффициент регрессии;

б) коэффициент детерминации;

в) коэффициент корреляции;

г) коэффициент эластичности.

2.31. Укажите характеристики, используемые в качестве меры точности модели регрессии

а) средняя абсолютная ошибка;

б) остаточная дисперсия;

в) коэффициент корреляции;

г) средняя относительная ошибка аппроксимации.

2.32. Сопоставляя при регрессионном анализе факторную и остаточную дисперсии, получим величину статистики:

а) Стьюдента;

б) Дарбина;

в) Пирсона;

г) Фишера.

2.33. Уравнение регрессии признается в целом статистически значимым, если

- а) расчетное значение критерия Фишера больше соответствующего табличного значения;
- б) расчетное значение критерия Фишера меньше соответствующего табличного значения;
- в) расчетное значение критерия Фишера больше четырех;
- г) расчетное значение критерия Фишера больше нуля.

2.34. Построенное уравнение регрессии считается удовлетворительным, если значение средней ошибки аппроксимации не превышает

- а) 5 %;
- б) 10-12 %;
- в) 1 %;
- г) 95 %.

2.35. Как известно, индекс детерминации R^2 используется для проверки статистической значимости в целом уравнения нелинейной регрессии по F -критерия Фишера

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m},$$

где n – объем наблюдений. Поясните смысл параметра m .

- а) число параметров в уравнении регрессии;
- б) число параметров при факторной переменной в уравнении регрессии;
- в) уровень значимости;
- г) среднее значение факторной переменной.

2.36. Требования, при которых модель считается адекватной, состоят в следующем:

1. Уровни ε_i ряда остатков имеют случайный характер.
2. Математическое ожидание уровней ряда остатков равно нулю.
3. Дисперсия каждого отклонения ε_i одинакова для всех значений x (свойство гомоскедастичности).
4. Значения ε_i независимы друг от друга, т.е. отсутствует автокорреляция.
5. Случайные величины ε_i распределены по нормальному закону.
6. Число включаемых в регрессионную модель факторов в 6-7 раз меньше объема совокупности данных, по которым строится регрессия.

Укажите пункт, необязательный для адекватной модели регрессии.

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

2.36. Наличие гетерокедастичности в остатках регрессии можно проверить с помощью теста

- а) Пирсона;
- б) Гольфельда-Квандта;
- в) Дарбина-Уотсона;
- г) Спирмена.

2.37. Зависимость последовательности остатков регрессии друг от друга в эконометрике называют

- а) гомокедастичностью остатков;
- б) мультиколлинеарностью остатков;
- в) автокорреляцией остатков;
- г) гетерокедастичностью остатков.

2.38. Проверку независимости последовательности остатков (отсутствие автокорреляции) осуществляют с помощью d -критерия Дарбина-Уотсона. Расчетное значение критерия определяется по формуле:

а)
$$d = \frac{\sum (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum \varepsilon_i^2};$$

б)
$$d = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m};$$

в)
$$d = r \cdot \sqrt{\frac{n - m - 1}{1 - r^2}};$$

г)
$$d = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon^2}{n - m - 1}}.$$

2.39. Оценить значимость парного линейного коэффициента корреляции можно при помощи

- а) критерия Фишера;
- б) теста Гольфельда-Квандта;
- в) критерия Дарбина-Уотсона;
- г) критерия Стьюдента.

2.40. Степень влияния неучтенных в модели факторов можно оценить с помощью:

- а) коэффициента детерминации;
- б) коэффициента регрессии;
- в) средней ошибки аппроксимации;
- г) построения линии регрессии.

2.41. По группе предприятий, производящих однородную продукцию, известна зависимость себестоимости единицы продукции y от нескольких факторов

Фактор	Уравнение регрессии	Среднее значение фактора
Объем производства, x_1	$\tilde{y} = 0,62 + \frac{58,74}{x_1}$	2,64
Трудоемкость единицы продукции, x_2	$\tilde{y} = 9,3 + 0,82x_2$	1,38
Оптовая цена за 1 т энергоносителя, x_3	$\tilde{y} = 11,75 \cdot x_3^{1,6281}$	1,503
Доля прибыли, изымаемой государством, x_3	$\tilde{y} = 15,62 \cdot 1,016^{x_4}$	24

Ранжировать факторы с помощью коэффициентов эластичности. Указать фактор снижения себестоимости.

- а) объем производства;
- б) трудоемкость;
- в) цена на энергию;
- г) отчисляемая доля прибыли.

2.42. Какая регрессия относится к основному виду регрессионных моделей в эконометрике?

- а) линейная;
- б) нелинейная;
- в) множественная;
- г) степенная.

2.43. Укажите аргументы в пользу использования линейных моделей в эконометрике:

- а) простота расчетов при параметризации;

- б) только в линейной регрессии четкая экономическая интерпретация параметров;
- в) линейные модели лучше описывают данные с возможными ошибками измерений;
- г) обычно высокие коэффициенты детерминации.

2.44. Укажите метод, которым нельзя руководствоваться при выборе математической структуры уравнения регрессии:

- а) выбор структуры с наиболее простой схемой расчетов при параметризации;
- б) графический метод, который базируется на поле корреляции;
- в) аналитический метод, основанный на изучении материальной природы связи исследуемых признаков.

2.45. Укажите соответствие между показателем и его характеристикой:

1. Коэффициент регрессии	1. Показатель тесноты связи факторов, включенных в модель регрессии
2. Коэффициент корреляции	2. Относительный показатель силы связи факторов
3. Коэффициент детерминации	3. Абсолютный показатель силы связи факторов
4. Коэффициент эластичности	4. Показатель степени достоверности построенного уравнения регрессии

2.46. Какой фактор не влияет на достоверность интервального прогноза по уравнению линейной парной регрессии?

- а) объем исходных статистических данных;
- б) установленный уровень значимости в статистических критериях;
- в) величина отклонения прогнозного значения факторной переменной от ее среднего в статистических данных значения;
- г) величина коэффициента регрессии.

2.47. При небольшом объеме наблюдений (7-10) рекомендуется:

- а) использовать сложные нелинейные модели регрессии;
- б) использовать линейную регрессию;
- в) использовать парную регрессию с числом параметров больше одного.

2.48. Объем исходных статистических данных $n = 11$. Какую спецификацию парной регрессии не следует выбирать при прочих равных условиях:

- а) линейную;
- б) экспоненциальную;
- в) показательную;
- г) квадратичную.

2.49. Укажите уравнение обратной связи в парной регрессии:

а) $\tilde{y} = -5,79 + 36,84 \cdot x$;

б) $\tilde{y} = -5,79 + \frac{x}{36,84}$;

в) $\tilde{y} = \frac{1}{-5,79 + 36,84 \cdot x}$;

г) $\tilde{y} = -5,79 - 36,84 \cdot x$

2.50. Укажите соответствие между уравнением регрессии и его характеристикой

1. $\tilde{y} = 2,33 - 8,45 \cdot x$	1. Прямая линейная регрессия
2. $\tilde{y} = -2,33 + 0,45 \cdot x$	2. Обратная линейная регрессия
3. $\tilde{y} = \frac{1}{1 - 2x}$	3. Прямая нелинейная регрессия
4. $\tilde{y} = 2,03 \cdot 0,1^x$	4. Обратная нелинейная регрессия

2.51. При оценке регрессионной модели по 30 наблюдениям были получены следующие промежуточные результаты:

$$\sum (y - \tilde{y})^2 = 39000$$

$$\sum (y - \bar{y})^2 = 120000.$$

Какой показатель корреляции можно определить по приведенным данным?

- а) коэффициент эластичности;
- б) среднюю ошибку аппроксимации;
- в) коэффициент регрессии;
- г) расчетное значение критерия Фишера.

2.52. В процессе верификации результатов линейной парной регрессии при 17 наблюдениях стало известно, что коэффициент детерминации $R^2 = 0,71$. Найти расчетное значение критерия Фишера.

- а) 41,62;
- б) 32,72;
- в) 12,07.

2.53. В процессе верификации результатов линейной парной регрессии стало известно, что коэффициент детерминации $R^2 = 0,71$. Критическое значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 и 15 степенях свободы равно 4,54. Сделать вывод о значимости уравнения по критерию Фишера.

- а) Расчетное значение критерия больше критического, уравнение статистически значимо;
- б) Расчетное значение критерия больше критического, уравнение ненадежно;
- в) Расчетное значение критерия меньше критического, уравнение ненадежно;
- г) Расчетное значение критерия меньше критического, уравнение статистически значимо.

2.54. Получены следующие результаты при подборе уравнения парной регрессии к одним и тем же статистическим данным. Укажите наиболее подходящее уравнение.

Регрессия	Коэффициент детерминации	Средняя ошибка аппроксимации
Степенная	0,6	1,23
Показательная	0,8	5,59
Полулогарифмическая	0,76	0,05
Обратная	0,79	5,69
Гипербола	0,69	6,65
Линейная	0,64	5,67

- а) полулогарифмическая;
- б) степенная;
- в) обратная;
- г) линейная.

2.55. При верификации модели регрессии получены такие данные

Коэффициент корреляции	0,87
Коэффициент детерминации	0,76
Средняя ошибка аппроксимации	0,059
Расчетное значение статистики Фишера F	22,81
Соответствующее критическое значение критерия Фишера	3,68

Укажите верные выводы.

а) построенное уравнение регрессии объясняет 87 % вариации зависимой переменной;

б) средняя ошибка аппроксимации не превышает установленного предела в 15 %, что свидетельствует о хорошем качестве модели;

в) Расчетное значение критерия Фишера превышает соответствующее табличное (критическое) значение. Найденное уравнение регрессии статистически надежно.

г) Регрессия установила наличие тесной обратной связи между признаками x и y .

Раздел 3. Множественная регрессия и корреляция

Линейная множественная регрессия: $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$

Степенная функция: $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$

Экспонента: $\tilde{y} = e^{\alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k}$

Гипербола: $\tilde{y} = \frac{1}{\alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k}$

Ввиду четкой интерпретации параметров наиболее широко используются линейная и степенная функции. В линейной множественной регрессии $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$ параметры при x называются *коэффициентами «чистой» регрессии*. Они характеризуют среднее изменение результата с изменением соответствующего фактора на единицу при неизменном значении других факторов, закрепленных на среднем уровне.

В степенной функции $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$ коэффициенты b_i являются коэффициентами эластичности. Они показывают, на сколько процентов в среднем изменяется результат с изменением соответствующего фактора на 1 % при неизменности действия других факторов. Этот вид уравнения регрессии получил большое распространение в производственных функциях, в исследовании спроса и потребления.

Применив МНК к уравнению множественной регрессии в стандартизированном масштабе, получают систему нормальных уравнений вида

$$\begin{cases} r_{yx_1} = \beta_1 + \beta_2 \cdot r_{x_2x_1} + \beta_3 \cdot r_{x_3x_1} + \dots + \beta_k \cdot r_{x_kx_1} \\ r_{yx_2} = \beta_1 \cdot r_{x_1x_2} + \beta_2 + \beta_3 \cdot r_{x_3x_2} + \dots + \beta_k \cdot r_{x_kx_2} \\ \dots \\ r_{yx_k} = \beta_1 \cdot r_{x_1x_k} + \beta_2 \cdot r_{x_2x_k} + \beta_3 \cdot r_{x_3x_k} + \dots + \beta_k \end{cases}$$

Решая ее методом определителей, найдем параметры – стандартизированные коэффициенты регрессии (*β -коэффициенты*).

β -коэффициент показывает, на какую часть величины среднего квадратического отклонения σ_y изменится зависимая переменная y с изменением соответствующей независимой переменной x_i на величину своего среднего квадратического отклонения σ_{x_i} при фиксированном значении остальных независимых переменных. Ввиду того, что все стандартизированные переменные заданы как центрированные и нормированные, *β -коэффициенты* сравнимы между собой. Сравнивая их друг с другом, можно ранжировать факторы по силе их воздействия на результат. В этом основное достоинство стандартизированных коэффициентов регрессии в отличие от коэффициентов «чистой» регрессии, которые несравнимы между собой.

Оценка тесноты связи и статистической значимости во множественной регрессии

коэффициент множественной детерминации R^2 ,

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma_y^2} = \frac{\sum (\tilde{y} - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2};$$

линейный коэффициент множественной корреляции (для $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$)

$$R = \sqrt{\sum (\beta_i \cdot r_{yx_i})};$$

Скорректированный индекс (коэффициент) корреляции:

$$R_{коррект}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-k-1};$$

k – число параметров при переменных.

В статистических пакетах прикладных программ в процедуре множественной регрессии обычно приводится скорректированный коэффициент (индекс) множественной корреляции (детерминации).

Частные коэффициенты эластичности:

$$\mathcal{E}_i = b_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}},$$

где b_i – коэффициент «чистой» регрессии при факторе x_i ; \bar{y} – среднее значение результативного признака; \bar{x}_i – среднее значение признака x_i .

Частные коэффициенты корреляции характеризуют связи двух признаков из совокупности признаков, влияющих на результативный фактор, при условии, что все связи этих двух признаков с другими признаками *элиминированы*, т.е. закреплены на условно-постоянном (среднем) уровне.

Если парный коэффициент корреляции r_{yx_1} между случайными величинами y и x_1 оказался больше частного коэффициента между теми же случайными величинами – $r_{yx_1(x_2)}$, то это говорит о том, что третья фиксированная величина x_2 усиливает взаимосвязь между изучаемыми величинами, т.е. более высокое значение парного коэффициента обусловлено присутствием третьей величины. Если $r_{yx_1} < r_{yx_1(x_2)}$, то присутствие величины x_2 ослабляет связь между y и x_1 .

Частный коэффициент корреляции изменяется в пределах от -1 до +1. Если частный коэффициент корреляции равен ± 1 , то связь между двумя величинами функциональная, а равенство нулю свидетельствует о линейной независимости этих случайных величин.

Значимость уравнения множественной регрессии в целом оценивается с помощью F -критерия Фишера:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m},$$

где n – число наблюдений, m – число параметров при переменной x . Если расчетное значение критерия с $k_1 = m$ и $k_2 = n - m - 1$ степенями свободы больше табличного при заданном уровне значимости, то модель считается значимой.

Прогнозирование по уравнению линейной множественной регрессии

$$\tilde{y}_{\text{точеч}} - t_{\text{табл}} \cdot \mu_{\tilde{y}} \leq \tilde{y}_{\text{прогн}} \leq \tilde{y}_{\text{точеч}} + t_{\text{табл}} \cdot \mu_{\tilde{y}}$$

где $\mu_{\tilde{y}}$ – ошибка прогнозного значения, вычисляемая по формуле

$$\mu_{\tilde{y}} = S \sqrt{1 + (X_0)^T \cdot (X^T X)^{-1} \cdot X_0}$$

$$X_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x_{1\text{прогн}} \\ x_{2\text{прогн}} \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} n & \sum x_1 & \sum x_2 \\ \sum x_1 & \sum x_1^2 & \sum x_1 x_2 \\ \sum x_2 & \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 \end{pmatrix}$$

для двухфакторной модели.

Коэффициенты интеркорреляции (т.е. корреляции между объясняющими переменными) позволяют исключать из модели дублирующие факторы. Считается, что две переменные явно *коллинеарны*, т.е. находятся между собой в линейной зависимости, если $r_{x_i x_j} \geq 0,7$. В

этом случае один из дублирующих факторов исключается из модели регрессии. Предпочтение при этом отдается не фактору, более тесно связанному с результатом, а тому фактору, который при достаточно тесной связи с результатом имеет наименьшую тесноту связи с другими факторами.

По величине парных коэффициентов корреляции обнаруживается лишь явная коллинеарность факторов. Наибольшие трудности в использовании аппарата множественной регрессии возникают при наличии *мультиколлинеарности* факторов, когда более чем два фактора связаны между собой линейной зависимостью, т.е. имеет место совокупное воздействие факторов друг на друга.

Для оценки мультиколлинеарности факторов может использоваться *определитель матрицы парных коэффициентов корреляции факторов*. Так, для уравнения, включающего три объясняющих переменных, имеем

$$\text{Det } |R| = \begin{vmatrix} r_{x_1 x_1} & r_{x_2 x_1} & r_{x_3 x_1} \\ r_{x_1 x_2} & r_{x_2 x_2} & r_{x_3 x_2} \\ r_{x_1 x_3} & r_{x_2 x_3} & r_{x_3 x_3} \end{vmatrix}.$$

Чем ближе к нулю определитель матрицы межфакторной корреляции, тем сильнее мультиколлинеарность факторов и ненадежнее результаты множественной регрессии. И, наоборот, чем ближе такой определитель к единице, тем меньше мультиколлинеарность факторов.

3.1. Укажите уравнение множественной регрессии:

- а) $\tilde{y}_x = a + bx$;
- б) $\tilde{y} = a + bx + cx^2$;
- в) $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$;
- г) $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$.

3.2. Факторы, включаемые во множественную регрессию должны быть:

- а) количественно измеримы;
- б) функционально зависимы;
- в) независимы или слабо коррелированы;
- г) явно коллинеарны.

3.3. При дополнительном включении во множественную регрессию новой объясняющей переменной должны выполняться условия:

- а) коэффициент детерминации должен возрастать, остаточная дисперсия увеличиваться;
- б) коэффициент детерминации должен убывать, остаточная дисперсия увеличиваться;
- в) коэффициент детерминации должен возрастать, остаточная дисперсия уменьшаться;
- г) коэффициент детерминации должен убывать, остаточная дисперсия уменьшаться.

3.4. При построении модели множественной регрессии предварительно проводят исследование факторных переменных на коллинеарность и мультиколлинеарность. Считается, что две переменные явно коллинеарны, если соответствующий парный коэффициент корреляции удовлетворяет условию:

- а) $r_{x_i x_j} \geq 0,5$;
- б) $r_{x_i x_j} \geq 1$;
- в) $r_{x_i x_j} \geq 0,3$;
- г) $r_{x_i x_j} \geq 0,7$.

3.5. Говорят, что факторы, включенные в уравнение регрессии, мультиколлинеарны, если

- а) все коэффициенты корреляции $r_{x_i x_j} \leq 0,5$;
- б) все коэффициенты корреляции $r_{x_i x_j} \geq 1$;

- в) определитель матрицы межфакторной корреляции близок к нулю;
- г) определитель матрицы межфакторной корреляции близок к единице.

3.6. При построении модели множественной регрессии предварительно проводят исследование факторных переменных на коллинеарность и мультиколлинеарность. Определитель матрицы парных коэффициентов корреляции факторов подсчитан и оказался равен 0,5. Укажите верный вывод.

- а) мультиколлинеарность факторов доказана, результаты множественной регрессии ненадежны;
- б) необходимо проверить гипотезу о мультиколлинеарности факторов;
- в) мультиколлинеарность факторов, безусловно, отсутствует, результаты множественной регрессии надежны;
- г) мультиколлинеарность факторов доказана, уравнение регрессии пригодно для прогнозирования.

3.7. Под частной корреляцией понимается:

- а) зависимость результативного признака и двух или более факторов, включенных в регрессионную модель;
- б) связь между двумя признаками (результативным и факторным или двумя факторными);
- в) зависимость между результативным и одним факторным признаком при фиксированном значении других факторных признаков;
- г) зависимость между качественными признаками.

3.8. Укажите способы преодоления мультиколлинеарности во множественной регрессии:

- а) исключение из модели одного или нескольких факторов;
- б) изменение линейной модели на степенную;
- в) переход от исходных переменных к их логарифмам;
- г) включение в линейное уравнение слагаемых вида $x_i \cdot x_j$.

3.9. При отборе факторов в уравнение множественной регрессии используют:

- а) метод наименьших квадратов;
- б) метод исключения переменных;
- в) метод включения дополнительной переменной.

3.10. Среди предложенных уравнений множественной регрессии укажите уравнение, в котором все коэффициенты регрессии незначимы по t -критерию Стьюдента (критическое значение считать равным 2).

а) $\tilde{y} = 25 + 5x_1 + 3x_2 + 4x_3$, где $t_{x_1} = 4$, $t_{x_2} = 1,3$, $t_{x_3} = 6$;

б) $\tilde{y} = 25 + 0,5x_1 + 0,3x_2 + 0,4x_3$, где $t_{x_1} = 1,4$, $t_{x_2} = 1,3$, $t_{x_3} = 6$;

в) $\tilde{y} = -25 + 5x_1 - 3x_2 + 4x_3$, где $t_{x_1} = -0,4$, $t_{x_2} = 1,3$, $t_{x_3} = 1,6$.

3.11. При верификации уравнения множественной регрессии получены данные для проверки гипотезы о значимости коэффициентов регрессии по t -критерию Стьюдента.

	x_1	x_2	x_3
$t_{\text{расч}}$	11,99	-2,41	0,60
$t_{\text{крит}}$	2,228138842		

Какой фактор не должен присутствовать в регрессионной модели?

а) x_1 ;

б) x_2 ;

в) x_3 .

3.12. При исследовании спроса на мясо получено уравнение

$$\tilde{y} = 0,82x_1^{-2,63} \cdot x_2^{1,11},$$

где x_1 – цена, x_2 – доход. Укажите верный вывод.

а) рост цен на 1 % при том же доходе вызывает снижение спроса на 2,63 %;

б) рост дохода на 1 % при той же цене вызывает снижение спроса на 1,11 %;

в) рост цен на 1 денежную единицу при том же доходе вызывает снижение спроса в 2,63 раза;

г) рост дохода на одну тысячу при той же цене вызывает повышение спроса в 1,1 раза.

3.13. В производственных функциях широко распространена степенная форма множественной регрессии $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$. Укажите экономический смысл коэффициентов b_i :

а) Они характеризуют среднее изменение результата с изменением соответствующего фактора на единицу при неизменном значении других факторов, закрепленных на среднем уровне.

б) Они показывают, на сколько процентов в среднем изменяется результат с изменением соответствующего фактора на 1% при неизменности действия других факторов.

в) Они позволяют однозначно ответить на вопрос о количественной взаимосвязи рассматриваемых признаков и целесообразности включения фактора в модель.

3.14. Пусть производственная функция имеет вид:

$$P = 2 \cdot F_1^{0,3} \cdot F_2^{0,2} \cdot F_3^{0,4} \cdot \epsilon,$$

где P – выпуск продукции; F_1 – стоимость основных производственных фондов; F_2 – отработано человеко-дней; F_3 – затраты на производство.

Укажите обобщенную характеристику эластичности выпуска продукции и характер отдачи выпуска от затраченных ресурсов.

- а) $\Theta=0,9$, что соответствует увеличивающейся отдаче;
- б) $\Theta=1,8$, что соответствует увеличивающейся отдаче;
- в) $\Theta=0,9$, что соответствует уменьшающейся отдаче;
- г) $\Theta=1,8$, что соответствует уменьшающейся отдаче.

3.15. При исследовании производительности труда на предприятии получено уравнение регрессии $\tilde{y} = 2,68 + 0,52x_1 + 0,16x_2$, где x_1 – средний возраст работников; x_2 – энерговооруженность.

	y	x_1	x_2
Среднее значение	38,14	54,71	42,14
Эластичность		0,75	

Чему равна эластичность фактора x_2 ?

- а) 0,14;
- б) 0,18;
- в) 0,25.

3.16. При моделировании уравнения множественной регрессии определяют стандартизированные коэффициенты регрессии (β -коэффициенты). Сравнивая их друг с другом, можно ранжировать факторы по силе их воздействия на результат.

Пусть функция издержек производства y (тыс. руб.) характеризуется уравнением вида

$$\tilde{y} = 200 + 1,2x_1 + 1,1x_2,$$

где x_1 – основные производственные фонды, тыс. руб.; x_2 – численность занятых в производстве, человек.

Уравнение регрессии в стандартизированном масштабе выглядит так:

$$t_y = 0,5t_{x_1} + 0,8t_{x_2}.$$

Выберите правильные выводы.

а) большее влияние на издержки производства оказывает численность занятых на производстве людей, $\beta_1 = 0,5$; $\beta_2 = 0,8$;

б) большее влияние на издержки производства оказывает численность занятых на производстве людей, $\beta_1 = 1,2$; $\beta_2 = 1,1$;

в) большее влияние на издержки производства оказывает стоимость основных производственных фондов, $\beta_1 = 0,5$; $\beta_2 = 0,8$;

г) большее влияние на издержки производства оказывает стоимость основных производственных фондов, $\beta_1 = 1,2$; $\beta_2 = 1,1$.

3.17. В каких пределах изменяется множественный коэффициент корреляции:

а) $0 \leq R_{yx_1x_2} \leq \infty$;

б) $0 \leq R_{yx_1x_2} \leq 1$;

в) $-1 \leq R_{yx_1x_2} \leq 1$?

3.18. Множественный линейный коэффициент корреляции $R_{yx_1x_2}$ равен 0,75. Какой процент вариации зависимой переменной y учтен в модели и обусловлен влиянием факторов x_1 и x_2 ?

а) 56,2;

б) 75;

в) 37,5.

3.19. Имеется матрица парных коэффициентов корреляции:

	y	x_1	x_2	x_3
y	1			
x_1	-0,782	1		
x_2	0,451	0,564	1	
x_3	0,842	-0,873	0,303	1

Между какими признаками наблюдается коллинеарность:

а) y и x_3 ;

б) x_1 и x_3 ;

в) x_2 и x_3 ?

3.20. Какое значение может принимать множественный коэффициент корреляции:

- а) 1,501;
- б) -0,153;
- в) 0,861?

3.21. Уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$\tilde{y} = -27,16 + 1,37x_1 - 0,29x_2.$$

Параметр, равный 1,37, означает следующее:

- а) при увеличении x_1 на одну единицу своего измерения переменная y увеличится на 1,37 единиц своего измерения;
- б) при увеличении x_1 на одну единицу своего измерения при фиксированном значении фактора x_2 переменная y увеличится на 1,37 единиц своего измерения;
- в) при увеличении x_1 на 1,37 единиц своего измерения при фиксированном значении фактора x_2 переменная y увеличится на одну единицу своего измерения.

3.22. Стандартизованные коэффициенты регрессии β_i :

- а) позволяют ранжировать факторы по силе их влияния на результат;
- б) оценивают статистическую значимость факторов;
- в) являются коэффициентами эластичности.

3.23. Значение бета-коэффициента определяется по формуле:

- а) $b_i \cdot \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y}$;
- б) $r_{yx_i} \cdot \frac{\beta_i}{R^2}$;
- в) $b_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}$.

3.24. Какая величина позволяет по уравнению множественной регрессии ранжировать объясняющие переменные по силе их воздействия на результат?

- а) коэффициенты эластичности;
- б) коэффициенты регрессии;
- в) коэффициенты корреляции;
- г) стандартизованные коэффициенты регрессии.

3.25. Известно, что факторный признак x_3 усиливает связь между величинами x_1 и x_2 . По результатам наблюдений получен частный коэффициент корреляции $r_{x_1x_2(x_3)} = -0,45$. Какое значение может принять парный коэффициент корреляции $r_{x_1x_2}$?

- а) -0,4;
- б) 0,344;
- в) -0,8;
- г) 1,2.

3.26. При исследовании зависимости себестоимости продукции y от объема выпуска x_1 и производительности труда x_2 по данным 20 предприятий получено уравнение регрессии $\tilde{y} = 2,88 - 0,72x_1 - 1,51x_2$. На сколько единиц и в какую сторону изменится результирующий признак при увеличении фактора x_1 на одну единицу измерения?

- а) увеличится на 2,88
- б) уменьшится на 0,72
- в) уменьшится на 2,88
- г) увеличится на 0,72.

3.27. Уравнение множественной регрессии имеет вид

$$y = 0,056 \cdot x_1^{-0,858} \cdot x_2^{1,126} \cdot \varepsilon.$$

Определить эластичность связи факторов y и x_2 .

- а) 1,126;
- б) 0,126;
- в) 0,056;
- г) $0,056 \cdot 1,126$.

3.28. По результатам 25 наблюдений получен парный коэффициент корреляции $r_{12} = 0,6$. Известно, что фактор x_3 занижает связь между x_1 и x_2 . Какое значение может принять частный коэффициент корреляции $r_{12(x_3)}$?

- а) -0,8;
- б) -0,2;
- в) 0,8;
- г) 0,5.

3.29. Укажите нелинеаризуемое уравнение множественной регрессии:

- а) $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$;

б) $\tilde{y} = e^{\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k}$;

в) $\tilde{y} = \frac{1}{\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k}$;

г) $\tilde{y} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_{12} x_1 \cdot x_2$.

3.30. *Скорректированный коэффициент детерминации:*

- а) меньше обычного коэффициента детерминации;
- б) больше обычного коэффициента детерминации;
- в) меньше или равен обычному коэффициенту детерминации.

3.31. *С увеличением числа объясняющих переменных скорректированный коэффициент детерминации:*

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

3.32. *Для построения модели линейной множественной регрессии вида $\tilde{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$ необходимое количество наблюдений должно быть:*

- а) не более 10;
- б) не менее 7;
- в) не более 14;
- г) не менее 14.

3.33. *Частный коэффициент корреляции оценивает:*

- а) тесноту связи между двумя переменными;
- б) тесноту связи между двумя переменными;
- в) тесноту связи между двумя переменными при фиксированном значении остальных факторов.

Раздел 4. Временные ряды

Под *временным рядом* подразумевается последовательность наблюдений некоторого признака Y в последовательные моменты времени. Отдельные наблюдения называются уровнями ряда, которые обозначают y_t . Каждый уровень временного ряда формируется под воздействием большого числа факторов, которые условно можно подразделить на три группы:

- факторы, формирующие тенденцию ряда;
- факторы, формирующие циклические колебания ряда;
- случайные факторы.

Пусть T – *тренд*, плавно меняющаяся компонента, описывающая чистое влияние долговременных факторов, т.е. длительную («вековую») тенденцию изменения признака (например, рост населения, экономическое развитие, изменение структуры потребления и т.п.);

S – *сезонная компонента*, отражающая повторяемость экономических процессов в течение не очень длительного периода (года, иногда месяца, недели, например, объем продаж товаров или перевозок в различные времена года);

E – *случайная компонента*, отражающая влияние не поддающихся учету и регистрации случайных факторов.

Модель, в которой временной ряд представлен как сумма перечисленных компонент, называется *аддитивной моделью* временного ряда,

$$y_t = T + S + E.$$

Модель, в которой временной ряд представлен как произведение перечисленных компонент, называется *мультипликативной моделью* временного ряда

$$y_t = T \cdot S \cdot E.$$

Выбор одной из двух моделей проводится на основе анализа структуры сезонных колебаний. Если амплитуда колебаний приблизительно постоянна, то строят аддитивную модель временного ряда, в которой значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов. Если амплитуда сезонных колебаний возрастает или уменьшается, строят мультипликативную модель.

Основные этапы анализа временных рядов

1. Графическое представление и описание поведения временного ряда.
2. Выделение и удаление закономерных (неслучайных) составляющих временного ряда (тренда, сезонных и циклических компонент).
3. Сглаживание и фильтрация (удаление низко- или высокочастотных составляющих временного ряда).
4. Исследование случайной составляющей временного ряда, построение и проверка адекватности математической модели для ее описания.
5. Прогнозирование развития изучаемого процесса на основе имеющегося временного ряда.
6. Исследование взаимосвязи между различными временными рядами.

При наличии тренда и циклических колебаний значения каждого последующего уровня ряда зависят от предыдущих значений. Корреля-

ционную зависимость между последовательными уровнями временного ряда называют *автокорреляцией уровней ряда*.

Количественно ее можно измерить с помощью линейного коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени

Число периодов, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции, называется *лагом*. С увеличением лага число пар значений, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции, уменьшается. Считается, что максимальный лаг должен быть не больше $n/4$, где n – число наблюдений.

Последовательность коэффициентов автокорреляции уровней первого, второго и т.д. порядков называется *автокорреляционной функцией временного ряда*. График зависимости ее значений от величины лага (порядка коэффициента автокорреляции) называется *коррелограммой*.

Одним из наиболее распространенных способов моделирования тенденции временного ряда является построение аналитической функции, характеризующей зависимость уровней ряда от времени, или тренда. Этот способ называют *аналитическим выравниванием временного ряда*.

Тренд может принимать разные формы, и для его формализации используются различные виды функций:

- линейный тренд $\tilde{y}_t = a + bt$;
- гипербола $\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$;
- параболический тренд $\tilde{y}_t = a + b_1t + b_2t^2$;
- экспоненциальный тренд $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$ или $\tilde{y}_t = e^{a+bt}$;
- тренд в форме степенной функции $\tilde{y}_t = a \cdot t^b$;
- логарифмический тренд $\tilde{y}_t = a + b \cdot \ln t$.

Для правильного выбора типа тренда, который наилучшим способом отражает тенденцию фактического ряда уровней, следует руководствоваться следующим:

- Построить график ряда в правильно выбранном масштабе. Причем если уровни ряда различаются в большое количество раз, ось ординат следует разметить в логарифмическом масштабе, т.е. как $\ln y_t$.

- Линейный тип тренда подходит для отображения тенденции примерно равномерного изменения уровней: равных в среднем величин абсолютного прироста (или абсолютного сокращения) за равные промежутки времени.

- Параболический тренд используют, если цепные темпы изменений либо уменьшаются, либо некоторое время возрастают, но

при достаточно большом периоде рано или поздно темпы роста обязательно начинают уменьшаться (темпы сокращения уровней начинают возрастать).

➤ Уравнение логарифмического тренда применяют в том случае, когда изучаемый процесс приводит к замедлению роста показателя, но при этом рост не прекращается, а стремится к какому-нибудь ограниченному пределу.

➤ Логистическая форма тренда используется для описания процессов, при которых изучаемый показатель проходит полный цикл развития

– начиная от нулевого уровня, сначала медленно, но с ускорением возрастая;

– затем ускорение становится нулевым в середине цикла, т.е. рост происходит по линейному тренду;

– далее, в завершающей части цикла, рост замедляется по гиперболе по мере приближения к предельному значению показателя.

Если графического анализа недостаточно, то необходимо провести дополнительное исследование, а именно:

1) Чтобы снизить искажающее тренд влияние циклических колебаний, проводят сглаживание ряда методом скользящего выравнивания.

2) Сглаженный ряд разбивают на несколько равных или примерно равных подпериодов, и по каждому вычисляют среднюю величину *цепных абсолютных изменений* $\Delta_t = y_{t+1} - y_t$. Если она будет постоянной для всех подпериодов, то выбирают линейную форму тренда.

3) Сглаженный ряд разбивают на несколько равных или примерно равных подпериодов, и по каждому вычисляют среднюю величину *цепных относительных изменений (темпов роста)* $\Delta_t = \frac{y_{t+1} - y_t}{y_t}$. Если

она будет постоянной на всех подпериодах, то выбирают экспоненциальную форму тренда.

4) Если по подпериодам постоянным будет среднее *ускорение уровней* $\Delta_{t+1} - \Delta_t$, то в качестве тренда следует выбрать параболу.

5) Если ни один из предложенных параметров не имеет постоянной тенденции, то можно с помощью *t*-критерия Стьюдента проверить гипотезу о существенности различия средних значений параметра в разных подпериодах ряда.

Линейный тренд $\tilde{y}_t = a + bt$.

Характеристика параметров линейного тренда

Параметр	Содержание параметра
a	Коэффициент тренда, численно равный среднему выровненному уровню для момента начала отсчета.
b	Коэффициент тренда, характеризующий среднее изменение уровней за единицу времени.

Для нахождения параметров линейного тренда используют следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na + b \sum_{i=1}^n t_i \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i = a \sum_{i=1}^n t_i + b \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{cases}.$$

При нумерации периодов времени от середины ряда система нормальных уравнений сокращается, и параметры можно найти непосредственно по формулам:

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}.$$

Линейный тип тренда подходит для отображения тенденции примерно равномерного изменения уровней: равных в среднем величин абсолютного прироста (или абсолютного сокращения) за равные промежутки времени.

Параболический тренд $\tilde{y}_t = a + b_1 t + b_2 t^2$.

Характеристика параметров параболического тренда

Параметр	Содержание параметра
a	Коэффициент тренда, численно равный среднему выровненному уровню для момента начала отсчета.
b_1	Коэффициент тренда, характеризующий средний за весь период среднегодовой прирост, который уже не является константой, а изменяется равномерно со средним ускорением, равным $2b_2$.
b_2	Главный параметр уравнения, константа, характеризующая ускорение.

Для нахождения параметров параболического тренда используют следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na + b_1 \sum_{i=1}^n t_i + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^2 \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i = a \sum_{i=1}^n t_i + b_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^3 \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i^2 = a \sum_{i=1}^n t_i^2 + b_1 \sum_{i=1}^n t_i^3 + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^4 \end{cases}$$

При нумерации периодов времени от середины ряда система нормальных уравнений сокращается, и параметры можно найти следующим образом:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2},$$

оставшиеся уравнения составят систему

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^2 \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i^2 = a \sum_{i=1}^n t_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^4 \end{cases}$$

Параболическое уравнение тренда достаточно редко встречается при анализе экономических процессов и явлений. Такой тренд используют, если цепные темпы изменений либо уменьшаются, либо некоторое время возрастают, но при достаточно большом периоде рано или поздно темпы роста обязательно начинают уменьшаться (темпы сокращения уровней начинают возрастать).

Гиперболический тренд $\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$.

Характеристика параметров гиперболического тренда

Параметр	Содержание параметра
a	Свободный член, значение, к которому стремится уровень ряда.
b	Основной параметр гиперболы: <ul style="list-style-type: none"> ➤ если $b > 0$, то этот тренд выражает тенденцию замедляющегося снижения уровней и при $t \rightarrow \infty$, $\tilde{y}_t \rightarrow a$. ➤ если $b < 0$, то с возрастанием t, т.е. с течением времени, уровни тренда возрастают и $t \rightarrow \infty$, $\tilde{y}_t \rightarrow a$.

При расчете гиперболического тренда нельзя нумеровать периоды времени от середины ряда.

Экспоненциальный тренд $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$.

Характеристика параметров экспоненциального тренда

Параметр	Содержание параметра
a	Свободный член экспоненты равен выровненному уровню, т.е. уровню тренда в момент или период, принятый за начало отсчета.
b	Постоянный темп изменения уровней: <ul style="list-style-type: none"> ➤ если $b > 1$, то имеется тренд с возрастающими уровнями, причем это возрастание не просто ускоренное, а с возрастающим ускорением. ➤ если $b < 1$, то имеется тренд, выражающий тенденцию постоянного, но замедляющегося сокращения уровней, причем замедление непрерывно усиливается.

Экспоненциальный тренд характерен для процессов, развивающихся в среде, не создающей никаких ограничений для роста уровней. Следовательно, на практике такие явления встречаются только в ограниченном промежутке времени, поскольку любая среда рано или поздно создает ограничения.

Логарифмический тренд $\tilde{y}_t = a + b \cdot \ln t$.

Уравнение логарифмического тренда применяют в том случае, когда изучаемый процесс приводит к замедлению роста показателя, но при этом рост не прекращается, а стремится к какому-нибудь ограниченному пределу. В этом случае ни гиперболическая форма тренда, ни парабола с отрицательным ускорением не подходят. Логарифмы возрастают значительно медленнее, чем сами числа t , но рост логарифмов не ограничен. Подбирая начало отсчета периодов, можно найти такую скорость снижения абсолютных изменений, которая наилучшим образом отвечает фактическому временному ряду.

Логарифмический тренд, как и гиперболический, отражает затухающий процесс изменений. Однако эти тренды имеют существенное различие. Затухание по гиперболе происходит быстро при приближении к конечному пределу, а при логарифмическом тренде затухающий процесс продолжается без ограничения гораздо медленнее.

Логистический тренд.

Логистическая форма тренда используется для описания процессов, при которых изучаемый показатель проходит полный цикл развития,

– начиная от нулевого уровня, сначала медленно, но с ускорением возрастаая;

– затем ускорение становится нулевым в середине цикла, т.е. рост происходит по линейному тренду;

– далее, в завершающей части цикла, рост замедляется по гиперболе по мере приближения к предельному значению показателя.

Если диапазон изменения уровней от 0 до 1, то уравнение логистического тренда имеет вид $\tilde{y}_t = \frac{1}{e^{a+bt} + 1}$.

Если диапазон изменения ограничен не нулем, а любыми значениями, определяемыми в зависимости от сущности задачи (y_{\min} , y_{\max}), то формула логистического тренда примет вид $\tilde{y}_t = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+bt} - 1} + y_{\min}$.

Проверку на наличие или отсутствие сезонных колебаний можно провести визуально при построении графика.

При наличии циклических колебаний уровней ряда необходимо установить период колебаний. Анализ автокорреляционной функции и корреллограммы позволяет определить лаг, при котором связь между текущим и предыдущим уровнями наиболее тесная. Причем,

➤ если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции первого порядка, то исследуемый ряд содержит только тренд;

➤ если временной ряд содержит сильную нелинейную тенденцию, например, в форме экспоненты, то коэффициент автокорреляции первого порядка по логарифмам исходного уровня будет выше, чем соответствующий коэффициент, подсчитанный по непретобразованным уровням ряда;

➤ если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции порядка k , ряд содержит циклические колебания с периодичностью в k моментов времени;

➤ если ни один из коэффициентов автокорреляции не является значимым, можно сделать такое предположение относительно структуры этого ряда: либо ряд содержит только случайную компоненту, либо содержит сильную нелинейную тенденцию, для выявления которой нужно провести дополнительный анализ.

В моделях с сезонной компонентой обычно предполагается, что сезонные воздействия за период взаимопогашаются. В аддитивной модели это выражается в том, что сумма значений сезонных компонент в одном цикле должна быть равна нулю. Взаимопогашаемость сезонных воздействий в мультипликативной модели выражается в том, что сумма различных сезонных компонент в цикле должна быть равна величине цикла.

Эконометрическая модель называется *динамической*, если в данный момент времени t она учитывает значения входящих в нее переменных,

относящиеся как к текущему, так и предыдущим моментам времени, т.е. если эта модель отражает динамику исследуемых переменных в каждый момент времени.

Значение результативного признака в текущий момент времени t часто формируется под воздействием ряда факторов, действовавших в прошлые моменты времени $t-1, t-2, \dots, t-l$. Величину l , характеризующую запаздывание в воздействии фактора на результат, в эконометрике называют *лагом*, а факторные переменные, сдвинутые на один или более моментов времени, – *лаговыми переменными*.

Все динамические эконометрические модели условно разделяют на два вида:

1. Модели, содержащие не только текущие, но и лаговые значения факторных переменных. Эти модели называются *моделями с распределенным лагом*, например,

$$y_t = a + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + \dots + b_l x_{t-l} + \varepsilon_t.$$

В модели с распределенным лагом предполагают, что максимальная величина лага конечна. Структура модели говорит о том, что если в некоторый момент времени t происходит изменение независимой переменной x , то это изменение будет влиять на значения переменной y в течение l следующих моментов времени.

Коэффициент регрессии b_0 при переменной x_t характеризует среднее абсолютное изменение y_t при изменении x_t на 1 единицу своего измерения в некоторый фиксированный момент времени t , без учета воздействия лаговых значений фактора x . Этот коэффициент называют *краткосрочным мультипликатором*.

В момент $t+1$ совокупное воздействие факторной переменной x_t на результат y_t составит $(b_0 + b_1)$ условных единиц, в момент $t+2$ это воздействие можно охарактеризовать суммой $(b_0 + b_1 + b_2)$ и т.д. Полученные таким образом суммы называют *промежуточными мультипликаторами*.

С учетом конечной величины лага можно сказать, что изменение переменной x_t в момент t на единицу своего измерения приведет к общему изменению результата через l моментов времени на $(b_0 + b_1 + \dots + b_l)$ абсолютных единиц.

Введем следующее обозначение:

$$b_0 + b_1 + \dots + b_l = b.$$

Величину b называют *долгосрочным мультипликатором*, который показывает абсолютное изменение в долгосрочном периоде $t+l$ результата y под влиянием изменения на 1 ед. фактора x .

Предположим,

$$\beta_j = \frac{b_j}{b}.$$

Назовем полученные величины *относительными коэффициентами* модели с распределенным лагом. Если все коэффициенты b_j имеют одинаковые знаки, то выполняются условия $0 < \beta_j < 1$ и $\sum_{j=0}^l \beta_j = 1$. Каждый из коэффициентов β_j измеряет долю от общего изменения результативного признака в момент времени $t+j$.

Зная величины β_j , можно определить еще две важные характеристики: величину среднего и медианного лагов.

Средний лаг вычисляется по формуле

$$\bar{l} = \sum_{j=0}^l j \cdot \beta_j$$

и представляет собой средний период, в течение которого будет происходить изменение результата под воздействием изменения фактора в момент времени t . Небольшая величина среднего лага свидетельствует об относительно быстром реагировании результата на изменение фактора, тогда как высокое его значение говорит о том, что воздействие фактора на результат будет сказываться в течение длительного периода времени.

Медианный лаг – это величина лага, для которого $\sum_{j=0}^{l_{Me}} \beta_j \approx 0,5$. Это период времени, в течение которого с момента времени t будет реализована половина общего воздействия фактора на результат.

2. Модели, которые наряду с текущими или лаговыми значениями факторных переменных, содержат лаговые значения зависимой переменной. Такие модели называются *моделями авторегрессии*, например, модель вида

$$y_t = a + b_0 x_t + c_1 y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Рассмотрим *модель авторегрессии*

$$y_t = a + b_0 \cdot x_t + c_1 \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Как и в модели с распределенным лагом, коэффициент b_0 характеризует краткосрочное изменение y_t в ответ на изменение x_t на 1 единицу измерения. Однако промежуточные и долгосрочный мультипликаторы в моделях авторегрессии несколько иные. К моменту времени $t+1$:

– результат y_t изменился под воздействием изменения фактора x_t в момент времени t на b_0 единиц;

– результат y_{t+1} изменился под воздействием изменения y_t на c_1 единиц.

Таким образом, общее абсолютное изменение результата в момент $t+1$ составит $b_0 \cdot c_1$ единиц, момент времени $t+2$ оно составит $b_0 \cdot c_1^2$. Следовательно, долгосрочный мультипликатор в модели авторегрессии можно рассчитать как сумму краткосрочного и промежуточного мультипликаторов:

$$b = b_0 + b_0 \cdot c_1 + b_0 \cdot c_1^2 + b_0 \cdot c_1^3 + \dots$$

Учитывая, что практически во все модели авторегрессии вводится так называемое условие стабильности, состоящее в том, что коэффициент регрессии при переменной y_{t-1} по абсолютной величине меньше единицы $|c_1| < 1$, имеем (по свойству бесконечно убывающей геометрической прогрессии)

$$b = b_0 \cdot (1 + c_1 + c_1^2 + c_1^3 + \dots) = \frac{b_0}{1 - c_1}.$$

Эконометрические методы, разработанные для построения и анализа моделей авторегрессии и моделей с распределенным лагом, широко используются для эмпирической верификации макроэкономических моделей, в которых учитываются ожидания экономических агентов относительно значений экономических показателей, включенных в модель, в момент времени t .

Модель адаптивных ожиданий. Рассмотрим модель вида

$$y_t = a + b \cdot x_{t+1}^* + \varepsilon_t,$$

где y_t – фактическое значение результативного признака; x_{t+1}^* – ожидаемое значение факторного признака.

Механизм формирования ожиданий в этой модели следующий:

$$x_{t+1}^* - x_t^* = \alpha(x_t - x_t^*), \quad 0 < \alpha < 1.$$

То есть, в каждый период времени $t + 1$ ожидания корректируются на некоторую долю α разности между фактическим значением факторного признака и его ожидаемым значением в предыдущий период. Параметр α в этой модели называется *коэффициентом ожиданий*. Чем ближе коэффициент ожиданий к единице, тем в большей степени реализуются ожидания экономических агентов. И, наоборот, приближение величины α к нулю свидетельствует об устойчивости существующих тенденций. При $\alpha = 0$, получается, что $x_t^* = x_t$, т.е. условия, доминирующие сегодня, сохранятся и на будущие периоды времени. Ожидаемые будущие значения показателей совпадут с их реальными значениями текущих периодов.

Модель неполной корректировки. В отличие от модели адаптивных ожиданий в модели неполной корректировки эмпирически ненаблюдаемой переменной является результативный признак. Общий вид модели неполной корректировки имеет вид:

$$y_t^* = a + b \cdot x_t + \varepsilon_t.$$

Формирование ожиданий экономических агентов относительно значений y_t^* происходит по следующей схеме:

$$y_t - y_{t-1} = \beta \cdot (y_t^* - y_{t-1}) + v_t,$$

где $0 < \beta < 1$.

В этой модели предполагается, что абсолютное изменение фактических уровней результата – это некоторая доля его ожидаемого абсолютного изменения. Параметр β в этой модели называется *корректирующим коэффициентом*. Чем ближе величина β к единице, тем в большей степени реальная динамика показателя отвечает ожиданиям экономических объектов. Чем ближе β к нулю, тем менее реальное изменение показателя соответствует его ожидаемому изменению. При $\beta = 0$ значение результативного признака является константой, на которую ожидания агентов не оказывают никакого воздействия.

4.1. Уровни временного ряда могут формироваться под воздействием:

- а) случайных факторов;
- б) факторов, определяющих общую тенденцию;
- в) независимых факторов;
- г) эндогенных факторов.

4.2. Коэффициент автокорреляции временного ряда:

а) характеризует тесноту линейной связи текущего и предыдущего уровней ряда;

б) характеризует тесноту нелинейной связи текущего и предыдущего уровней ряда;

в) характеризует наличие или отсутствие тенденции.

4.3. Аддитивная модель временного ряда строится, если:

а) значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов;

б) амплитуда сезонных колебаний возрастает или уменьшается;

в) отсутствует тенденция.

4.4. Мультипликативная модель временного ряда строится, если:

а) значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов;

б) амплитуда сезонных колебаний возрастает или уменьшается;

в) отсутствует тенденция.

4.5. Аддитивная модель ряда динамики имеет структуру:

а) $y_t = T + S + E$;

б) $y_t = T \cdot S \cdot E$;

в) $y_t = T + S \cdot E$;

г) $y_t = T \cdot S + E$.

4.6. Мультипликативная модель ряда динамики имеет вид:

а) $y_t = T + S + E$;

б) $y_t = T \cdot S \cdot E$;

в) $y_t = T + S \cdot E$;

г) $y_t = T \cdot S + E$.

4.7. На основе поквартальных данных построена аддитивная модель временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты за первые три квартала равны:

I квартал	II квартал	III квартал
7	9	-11

Значение сезонной компоненты за IV квартал равно:

а) 5;

б) -4;

в) -5.

4.8. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты за первые три квартала равны:

I квартал	II квартал	III квартал
0,8	1,2	1,3

Значение сезонной компоненты за IV квартал есть:

- а) 0,7;
- б) 1,7;
- в) 0,9.

4.9. При анализе автокорреляции уровней временного ряда для обеспечения статистической достоверности максимальный порядок коэффициентов автокорреляции должен быть:

- а) не больше числа наблюдений n ;
- б) не больше числа $n - 4$;
- в) не больше числа $\frac{n}{4}$.

4.10. При расчете коэффициентов автокорреляции уровней временного ряда получены результаты:

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8
0,78	0,22	0,16	0,98	0,11	0,68	0,003	0,97

Укажите верные утверждения:

- а) временной ряд содержит сильную нелинейную тенденцию;
- б) временной ряд содержит сильную линейную тенденцию;
- в) временной ряд содержит циклические колебания с циклом, равным четырем периодам времени;
- г) временной ряд содержит циклические колебания с циклом, равным семи периодам времени.

4.11. При расчете коэффициентов автокорреляции уровней временного ряда получены результаты:

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
0,98	0,22	0,16	0,08	0,11	0,048	0,003

Укажите верные утверждения:

- а) временной ряд содержит сильную нелинейную тенденцию;
- б) временной ряд содержит сильную линейную тенденцию;
- в) временной ряд содержит циклические колебания .

4.12. Последовательность коэффициентов автокорреляции возрастающего порядка называют:

- а) коррелограммой;
- б) критерием Дарбина-Уотсона;
- в) автокорреляционной функцией.

4.13. Критерий Дарбина-Уотсона применяется для:

- а) определения автокорреляции в остатках;
- б) определения наличия сезонных колебаний;
- в) для оценки существенности построенной модели.

4.14. Корреляционную зависимость между последовательными уровнями временного ряда называют:

- а) смещенностью уровней ряда;
- б) автокорреляцией уровней ряда;
- в) гомокедастичностью уровней ряда.

4.15. Укажите формулу для расчета коэффициента автокорреляции первого порядка для уровней ряда:

а)
$$\frac{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1) \cdot (y_{t-1} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)^2 \cdot \sum_{t=2}^n (y_{t-1} - \bar{y}_2)^2}};$$

б)
$$\frac{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3) \cdot (y_{t-2} - \bar{y}_4)}{\sqrt{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3)^2 \cdot \sum_{t=3}^n (y_{t-2} - \bar{y}_4)^2}};$$

в)
$$\frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}.$$

4.16. С увеличением лага число пар значений, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

4.17. Укажите способы определения типа тенденции временного ряда:

- а) качественный анализ изучаемого процесса;
- б) построение и визуальный анализ графика;
- в) применение статистических критериев;
- г) анализ автокорреляционной функции.

4.18. Укажите правильную функцию логарифмического тренда:

- а) $\tilde{y}_t = a + b \cdot \ln t$;
- б) $\tilde{y}_t = y_{\min} + \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+b \cdot \ln t} + 1}$;
- в) $\tilde{y}_t = a + b_1 t + b_2 t^2$;
- г) $\tilde{y}_t = \frac{1}{e^{a+bt} + 1}$.

4.19. Укажите правильную функцию логистического тренда:

- а) $\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$;
- б) $\tilde{y}_t = y_{\min} + \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+b \cdot \ln t} - 1}$;
- в) $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$;
- г) $\tilde{y}_t = \frac{1}{e^{a+bt} + 1}$.

4.20. Укажите правильную формулу расчета коэффициента b для линейного тренда $\tilde{y}_t = a + bt$:

- а) $b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$;
- б) $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}$;
- в) $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i^2}{\sum_{i=1}^n t_i^2}$;
- г) $b = \sum_{i=1}^n t_i$.

4.21. Уравнение тренда имеет вид $\tilde{y}_t = 32,5 - 4,6t$. Насколько в среднем в исследуемом периоде изменяется результативный признак:

- а) увеличивается на 32,5;
- б) увеличивается на 4,6;
- в) уменьшается на 4,6;
- г) уменьшается на 32,5.

4.22. Укажите правильную характеристику параметра a линейного тренда $\tilde{y}_t = a + bt$:

- а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- в) средний выравненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;
- г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

4.23. Укажите правильную характеристику параметра b экспоненциального тренда $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$:

- а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- в) средний выравненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;
- г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

4.24. Что характеризует коэффициент b_2 параболического тренда $\tilde{y}_t = a + b_1t + b_2t^2$?

- а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- в) средний выравненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;
- г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

4.25. Что характеризует коэффициент b линейного тренда $\tilde{y}_t = a + bt$?

- а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- в) средний выравненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;
- г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

4.26. Случайная составляющая в модели $y_t = T + S + E$ обозначена:

- а) T ;
- б) S ;
- в) E ;
- г) y_t .

4.27. Коррелирование отклонений от выравненных уровней тренда проводят

- а) для определения тесноты связи между отклонениями фактических уровней от выровненных, отражающих тренд;
- б) для определения тесноты связи между рядами динамики в случае отсутствия автокорреляции;
- в) для исключения влияния автокорреляции;
- г) для исключения влияния общей тенденции на колеблемость признака.

4.28. Укажите методы уменьшения (устранения) автокорреляции во временных рядах:

- а) метод регрессионных преобразований;
- б) построения коррелограммы;
- в) метод включения дополнительного фактора;
- г) метод последовательных разностей.

4.29. Уровни временного ряда в эконометрическом анализе обозначают:

- а) x_t ;
- б) y_t ;
- в) ε_t ;
- г) c_t .

4.30. Количественно ее можно измерить с помощью линейного коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени. О какой характеристике временного ряда идет речь?

- а) о тенденции временного ряда;
- б) о сезонной составляющей ряда;
- в) об автокорреляции уровней ряда;
- г) о случайной составляющей временного ряда

4.31. Что называют аналитическим выравниванием временного ряда?

- а) анализ автокорреляционной функции и коррелограммы;
- б) построение аналитической функции, характеризующей зависимость уровней ряда от времени, или тренда;
- в) устранение сезонной компоненты;
- г) применение методики скользящего выравнивания ряда.

4.32. Укажите среди нижеперечисленного метод, не являющийся методом исключения тенденции во временных рядах:

- а) метод отклонений от тренда;
- б) метод скользящего выравнивания;
- в) метод последовательных разностей;
- в) включение в модель фактора времени.

4.33. Построена аддитивная модель временного ряда с линейным трендом и сезонными колебаниями в 4 квартала. Сделать прогноз для 13 квартала от начала наблюдений.

Уравнение тренда	$T = 5,715 + 0,186 \cdot t$			
Сезонная компонента по кварталам	$S_1 = 0,581$	$S_2 = -1,979$	$S_3 = -1,294$	$S_4 = 2,69$

- а) $y_{13} = 5,715 + 0,186 \cdot 13 - 1,294$;
- б) $y_{13} = (5,715 + 0,186 \cdot 13) \cdot (-1,294)$;
- в) $y_{13} = 5,715 + 0,186 \cdot 13 + 0,581$;
- г) $y_{13} = (5,715 + 0,186 \cdot 13) \cdot 0,581$.

4.34. Построена мультипликативная модель временного ряда с экспоненциальным трендом и сезонными колебаниями в 4 года. Сделать прогноз для 9 года от начала наблюдений.

Уравнение тренда	$T = 90,59 - 2,773 \cdot t$			
Сезонная компонента по годам	$S_1 = 0,913$	$S_2 = 1,202$	$S_3 = 1,082$	$S_4 = 0,803$

- а) $y_{15} = 90,59 - 2,773 \cdot 15 + 1,082$;
- б) $y_{15} = (90,59 - 2,773 \cdot 15) \cdot 1,082$;
- в) $y_{15} = (90,59 - 2,773 \cdot 15) : 1,082$;
- г) $y_{15} = 90,59 - 2,773 \cdot 15 \cdot 1,082$.

4.35. Динамическая модель отличается от других видов эконометрических моделей тем, что в такой модели:

- а) в данный момент времени учитывают значения входящих в нее переменных, относящихся к текущему времени;
- б) в данный момент времени учитывают значения входящих в нее переменных, относящихся к текущему и к предыдущему моментам времени.

4.36. Лаговые значения переменных непосредственно включены в модель:

- а) авторегрессии;
- б) адаптивных ожиданий;
- в) с распределенным лагом;
- г) неполной (частичной) корректировки.

4.37. Модели авторегрессии характеризуются тем, что они:

- а) содержат в качестве факторных переменных лаговые значения результативного признака;
- б) учитывают желаемое значение факторного признака в период $(t+1)$;
- в) учитывают желаемое (ожидаемое) значение результативного признака в период $(t+1)$.

4.38. Этот коэффициент характеризует среднее абсолютное изменение y_t при изменении x_t на 1 единицу своего измерения в некоторый фиксированный момент времени t , без учета воздействия лаговых значений фактора x . Этот коэффициент называют:

- а) краткосрочным мультипликатором;
- б) долгосрочным мультипликатором;
- в) промежуточным мультипликатором.

4.39. В модели с распределенным лагом $y_t = a + b_0x_t + b_1x_{t-1} + b_2x_{t-2} + b_3x_{t-3} + b_4x_{t-4} + \varepsilon_t$

найжены коэффициенты регрессии

b_0	0,07
b_1	0,04
b_2	0,06
b_3	0,12
b_4	0,23

Укажите величину долгосрочного мультипликатора.

- а) 0,07;
- б) 0,11;
- в) 0,52.

4.40. В модели с распределенным лагом $y_t = a + b_0x_t + b_1x_{t-1} + b_2x_{t-2} + b_3x_{t-3} + b_4x_{t-4} + \varepsilon_t$

найжены коэффициенты регрессии

b_0	0,07
b_1	0,04
b_2	0,06
b_3	0,12
b_4	0,23

Какая доля воздействия изменения фактора x на фактор y реализуется в текущем периоде?

- а) 13 %;
- б) 7 %;
- в) 28 %.

4.41. В модели с распределенным лагом $y_t = a + b_0x_t + b_1x_{t-1} + b_2x_{t-2} + b_3x_{t-3} + b_4x_{t-4} + \varepsilon_t$

найжены коэффициенты регрессии

b_0	6,63
b_1	2,44
b_2	0,32
b_3	0,26
b_4	2,26

Какая доля воздействия изменения фактора x на фактор y реализуется в период времени $(t-1)$?

- а) 20 %;
- б) 10 %;
- в) 26 %.

4.42. В модели с распределенным лагом $y_t = a + b_0x_t + b_1x_{t-1} + b_lx_{t-l} + \varepsilon_t$ найдены относительные коэффициенты регрессии

β_0	0,557104
β_1	0,205267
β_2	0,026715
β_3	0,021448
β_4	0,189466

Укажите величину среднего лага:

- а) 1,5 года;
- б) 4 года;
- в) 1,1 года.

4.43. Для некоторой модели адаптивных ожиданий в процессе преобразований получен механизм формирования ожиданий $x_{t+1}^* = 0,76x_t + (1-0,76)x_t^*$. Как ожидаемое значение x_{t+1}^* адаптируется к предыдущим реальным значениям?

- а) не зависит от реальных значений;
- б) медленно;
- в) быстро.

4.44. В результате анализа фактических данных получена модель авторегрессии $y_t = 3 + 100y_{t-1} + 20x_t + \varepsilon_t$. Общее абсолютное изменение результата в момент времени $(t+1)$ равно:

- а) 2000;
- б) 300;
- в) 60;
- г) 6000.

4.45. Результативный признак зависит от ожидаемых значений факторного признака:

- а) в краткосрочной модели функции адаптивных ожиданий;
- б) в долгосрочной функции модели частичной корректировки;
- в) в краткосрочной функции модели частичной корректировки;
- г) в долгосрочной модели функции адаптивных ожиданий.

4.46. Для некоторой модели частичной корректировки механизм формирования ожиданий получен в виде равенства $y_t = y_{t-1} + \eta_t$. Это позволяет сделать вывод о том, что

- а) корректировка проходит быстро;
- б) корректировка происходит за один период;

- в) корректировка не происходит;
- г) корректировка происходит медленно.

4.47. Как называются модели временных данных в эконометрике, объясняющие поведение результативного признака в зависимости от предыдущих значений факторных переменных?

- а) модели ожиданий;
- б) модели авторегрессий;
- в) модели с распределенным лагом;
- г) модели стационарных рядов;
- д) модели нестационарных рядов.

4.48. Как называются модели временных данных в эконометрике, объясняющие поведение результативного признака в зависимости от будущих значений факторных или результативных переменных?

- а) модели ожиданий;
- б) модели авторегрессий;
- в) модели с распределенным лагом;
- г) модели стационарных рядов;
- д) модели нестационарных рядов.

Раздел 5. Системы одновременных уравнений

Системы одновременных уравнений могут быть представлены в структурной и приведенной формах.

Основными составляющими обеих форм записи являются эндогенные и экзогенные переменные. Эндогенные переменные (y) определяются внутри модели и являются зависимыми переменными. Экзогенные переменные (x) определяются вне системы и являются независимыми переменными. Предполагается, что экзогенные переменные не коррелируют с ошибкой регрессии в соответствующем уравнении.

Простейшая структурная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2 + \varepsilon_2. \end{cases}$$

Классификация переменных на эндогенные и экзогенные зависит от теоретической концепции принятой модели. Экономические переменные могут выступать в одних моделях как эндогенные, в других как экзогенные переменные. Внеэкономические переменные, например, климатические условия, входят в систему как экзогенные переменные.

В качестве экзогенных могут рассматриваться значения эндогенных переменных за предшествующий период времени (лаговые переменные). Так, потребление текущего года может зависеть не только от ряда экономических факторов, но и от уровня потребления в предыдущем году. Целесообразно в качестве экзогенных переменных выбирать те, которые могут быть объектом регулирования.

Структурная форма модели в правой части содержит:

- коэффициенты при эндогенной переменной – b_i ;
- коэффициенты при экзогенной переменной – a_j ;
- переменные модели выражены в отклонениях от среднего уровня, т.е. под x подразумевается $x - \bar{x}$, а под y – соответственно $y - \bar{y}$. Поэтому свободный член в каждом уравнении отсутствует.

Использование МНК для оценивания коэффициентов структурной модели дает, как принято считать в теории, смещенные и несостоятельные оценки. Поэтому обычно для определения структурных коэффициентов структурная форма модели преобразуется в приведенную.

Приведенная форма модели представляет собой систему линейных функций эндогенных переменных от экзогенных. Для простейшей структурной модели соответствующая приведенная модель имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + u_1, \\ y_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + u_2. \end{cases}$$

Ее можно получить, выразив y_2 из первого уравнения структурной модели:

$$y_2 = \frac{y_1 - a_{11}x_1}{b_{12}}.$$

Выполнив подстановку во второе уравнение, после необходимых преобразований получим

$$y_1 = \frac{a_{11}}{1 - b_{12}b_{21}}x_1 + \frac{a_{22}b_{12}}{1 - b_{12}b_{21}}x_2.$$

Аналогично, выразив y_1 из второго уравнения и произведя подстановку в первое, получим

$$y_2 = \frac{a_{11}b_{21}}{1 - b_{12}b_{21}}x_1 + \frac{a_{22}}{1 - b_{12}b_{21}}x_2.$$

Применяя МНК, можно оценить δ , а затем найти значения эндогенных переменных через экзогенные.

При переходе от приведенной формы модели к структурной исследователь сталкивается с проблемой идентификации. Идентификация – это единственность соответствия между приведенной и структурной формой модели. В зависимости от условий определения структурных коэффициентов модели по приведенным коэффициентам любая структурная модель может быть отнесена к одному из трех классов: идентифицируемая, неидентифицируемая и сверхидентифицируемая.

Модель идентифицируема, если все структурные коэффициенты однозначно определяются через приведенные коэффициенты.

Модель неидентифицируема, если структурные коэффициенты невозможно найти по приведенным коэффициентам.

Модель сверхидентифицируема, если структурные коэффициенты, выраженные через приведенные коэффициенты, имеют два и более числовых значений.

В идентифицируемой модели количество структурных и приведенных коэффициентов одинаково. Если структурных коэффициентов больше (меньше), чем приведенных, то модель соответственно неидентифицируема (сверх идентифицируема).

Проверка структурной модели на идентифицируемость позволяет установить степень возможности оценивания коэффициентов структурных уравнений по коэффициентам приведенных уравнений.

Структурная модель всегда представляет собой систему совместных уравнений, каждое из которых необходимо проверять на идентификацию. Модель считается идентифицируемой, если каждое ее уравнение идентифицируемо. Если хотя бы одно из уравнений системы неидентифицируемо, то и вся модель считается неидентифицируемой. Сверхидентифицируемая модель содержит хотя бы одно сверхидентифицируемое уравнение.

Рассмотрим *необходимое условие идентификации*.

Если обозначить число эндогенных переменных уравнения через H , а число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но *не входят* в данное уравнение, – через D , то необходимое условие идентифицируемости модели может быть записано в виде следующего счетного правила:

$D + 1 = H$ – уравнение идентифицируемо;

$D + 1 < H$ – уравнение неидентифицируемо;

$D + 1 > H$ – уравнение сверхидентифицируемо.

Для оценки параметров структурной модели система должна быть идентифицируема или сверхидентифицируема.

Более точным (достаточным) условием идентификации является следующее:

Уравнение идентифицируемо, если по отсутствующим в нем переменным (эндогенным и экзогенным) можно из коэффициентов при них в других уравнениях системы получить матрицу, определитель которой не равен нулю, а ранг матрицы не меньше, чем в число эндогенных переменных в системе без одного.

Для решения идентифицируемых уравнений применяется косвенный метод наименьших квадратов, для решения сверхидентифицированных – двухшаговый метод наименьших квадратов.

Косвенный МНК состоит в следующем:

1) составляют приведенную форму модели и определяют численные значения параметров для каждого ее уравнения в отдельности с помощью обычного МНК;

2) путем алгебраических преобразований переходят от приведенной формы к уравнениям структурной формы модели, получая тем самым численные оценки структурных параметров.

Двухшаговый МНК заключается в следующем:

1) составляют приведенную форму модели и определяют численные значения параметров каждого ее уравнения в отдельности с помощью обычного МНК;

2) выявляют эндогенные переменные, находящиеся в правой части структурного уравнения (параметры которого определяют двухшаговым МНК) и находят расчетные значения по полученным на первом этапе соответствующим уравнениям приведенной формы модели;

3) с помощью обычного МНК определяют параметры каждого структурного уравнения в отдельности, используя в качестве исходных данных фактические значения предопределенных переменных и расчетные значения эндогенных переменных, стоящих в правой части данного структурного уравнения,

5.1. Системами эконометрических уравнений являются:

- а) системы одновременных уравнений;
- б) системы рекурсивных уравнений;
- в) системы нормальных уравнений;
- г) системы независимых уравнений.

5.2. Система одновременных уравнений отличается от других видов эконометрических систем тем, что в ней:

а) эндогенная переменная одного из уравнений находится в другом уравнении системы в качестве фактора;

- б) одни и те же эндогенные переменные системы в одних уравнениях находятся в левой части, а в других уравнениях – в правой части;
 в) каждая эндогенная переменная является функцией одной и той же совокупности экзогенных переменных.

5.3. МНК не позволяет получить состоятельные и несмещенные оценки параметров системы:

- а) рекурсивных уравнений;
 б) одновременных уравнений;
 в) независимых уравнений.

5.4. Если структурные коэффициенты модели выражены через приведенные коэффициенты и имеют более одного числового значения, то такая модель:

- а) сверхидентифицируема;
 б) неидентифицируема;
 в) идентифицируема.

5.5. Количество структурных и приведенных коэффициентов одинаково в модели:

- а) сверхидентифицируемой;
 б) неидентифицируемой;
 в) идентифицируемой.

5.6. Изучите взаимосвязь переменных в системе одновременных уравнений:

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14} \cdot y_{4,t} + b_{12} \cdot y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23} \cdot y_{3,t} + b_{22} \cdot y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34} \cdot y_{4,t} + a_{31} \cdot x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t-1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции в период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t-1)$;

$y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;

$y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;

$x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;

$y_{2,t}$ – расходы государства в период t ;

t – текущий период;

$t-1$ – предыдущий период.

Найдите предопределенные переменные среди совокупностей:

а) инвестиции в период $(t-1)$; расходы на потребление в период $(t-1)$;

б) денежная масса в период t ; расходы государства в период t ;

в) расходы на потребление в период t ; инвестиции в период t ; процентная ставка в период t ; совокупный доход в период t ;

г) денежная масса в период t ; инвестиции в период $(t-1)$; расходы государства в период t ; расходы на потребление в период $(t-1)$.

5.7. Изучите взаимосвязь переменных в системе одновременных уравнений:

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14} \cdot y_{4,t} + b_{12} \cdot y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23} \cdot y_{3,t} + b_{22} \cdot y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34} \cdot y_{4,t} + a_{31} \cdot x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t-1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции в период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t-1)$;

$y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;

$y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;

$x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;

$y_{2,t}$ – расходы государства в период t ;

t – текущий период;

$t-1$ – предыдущий период.

Найдите эндогенные переменные среди совокупностей:

а) инвестиции в период $(t-1)$; расходы на потребление в период $(t-1)$;

б) денежная масса в период t ; расходы государства в период t ;

в) расходы на потребление в период t ; инвестиции в период t ; процентная ставка в период t ; совокупный доход в период t ;

г) денежная масса в период t ; инвестиции в период $(t-1)$; расходы государства в период t ; расходы на потребление в период $(t-1)$.

5.8. Изучите взаимосвязь переменных в системе одновременных уравнений:

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14} \cdot y_{4,t} + b_{12} \cdot y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23} \cdot y_{3,t} + b_{22} \cdot y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34} \cdot y_{4,t} + a_{31} \cdot x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t-1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции в период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t-1)$;

$y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;

$y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;

$x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;

$y_{2,t}$ – расходы государства в период t ;

t – текущий период;

$t-1$ – предыдущий период.

Найдите экзогенные переменные среди совокупностей:

а) инвестиции в период $(t-1)$; расходы на потребление в период $(t-1)$;

б) денежная масса в период t ; расходы государства в период t ;

в) расходы на потребление в период t ; инвестиции в период t ;
процентная ставка в период t ; совокупный доход в период t ;

г) денежная масса в период t ; инвестиции в период $(t-1)$; расходы
государства в период t ; расходы на потребление в период $(t-1)$.

5.9. Изучите взаимосвязь переменных в системе одновременных уравнений:

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14} \cdot y_{4,t} + b_{12} \cdot y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23} \cdot y_{3,t} + b_{22} \cdot y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34} \cdot y_{4,t} + a_{31} \cdot x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t-1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции в период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t-1)$;
 $y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;
 $y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;
 $x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;
 $y_{2,t}$ – расходы государства в период t ;
 t – текущий период;
 $t-1$ – предыдущий период.

Найдите лаговые эндогенные переменные среди совокупностей:

- а) инвестиции в период $(t-1)$; расходы на потребление в период $(t-1)$;
- б) денежная масса в период t ; расходы государства в период t ;
- в) расходы на потребление в период t ; инвестиции в период t ;
процентная ставка в период t ; совокупный доход в период t ;
- г) денежная масса в период t ; инвестиции в период $(t-1)$; расходы государства в период t ; расходы на потребление в период $(t-1)$.

5.10. В структурной модели

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14} \cdot y_{4,t} + b_{12} \cdot y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23} \cdot y_{3,t} + b_{22} \cdot y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34} \cdot y_{4,t} + a_{31} \cdot x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t-1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции в период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t-1)$;

$y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;

$y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;

$x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;

$x_{2,t}$ – расходы государства в период t ;

t – текущий период;

$t-1$ – предыдущий период.

Не требует проверки на идентификацию равенство, описывающее зависимость:

- а) расходов на потребление в период t от совокупного дохода в период t и расходов на потребление в период $(t-1)$;

б) инвестиций в период t от процентной ставки в этот же период и от инвестиций в период $(t - 1)$;

в) совокупного дохода в период t от расходов государства, расходов на потребление и инвестиций в такой же период t ;

г) процентной ставки в период t от совокупного дохода и денежной массы в такой же период t .

5.11. Проверили на идентифицируемость одно из уравнений модели:

$$\begin{cases} y_{1,t} = c_{10} + b_{14}y_{4,t} + b_{12}y_{1,t-1} + \varepsilon_1; \\ y_{2,t} = c_{20} + b_{23}y_{3,t} + b_{22}y_{2,t-1} + \varepsilon_2; \\ y_{3,t} = c_{30} + b_{34}y_{4,t} + a_{31}x_{1,t} + \varepsilon_3; \\ y_{4,t} = y_{1,t} + y_{2,t} + x_{2,t}, \end{cases}$$

где $y_{1,t}$ – расходы на потребление в период t ;

$y_{1,t-1}$ – расходы на потребление в период $(t - 1)$;

$y_{2,t}$ – инвестиции период t ;

$y_{2,t-1}$ – инвестиции в период $(t - 1)$;

$y_{3,t}$ – процентная ставка в период t ;

$y_{4,t}$ – совокупный доход в период t ;

$x_{1,t}$ – денежная масса в период t ;

$x_{2,t}$ – расходы государства в период t ;

t – текущий период;

$(t - 1)$ – предыдущий период.

Получили, что в этом уравнении находятся две эндогенные переменные ($n = 2$) и отсутствуют три предопределенные переменные ($p = 3$), т.е. $n < p + 1$. Достаточное условие идентификации для уравнения выполняется: определитель матрицы, составленный из коэффициентов при переменных, которых нет в этом уравнении, не равен нулю, и ранг этой матрицы равен трем. Таким образом, сверхидентифицируемым является:

а) первое уравнение системы;

б) второе уравнение системы;

в) третье уравнение системы;

г) первое, второе и третье уравнения.

5.12. Определите, для какого уравнения структурной модели

$$\begin{cases} y_1 = c_{10} + b_{13}y_3 + \varepsilon_1; \\ y_2 = c_{20} + a_{21}x_1 + \varepsilon_2; \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{32}x_2 + \varepsilon_3 \end{cases}$$

выполняется необходимое условие идентифицируемости:

а) в первом уравнении;

$n = 2$ (y_1 и y_3 – эндогенные переменные в уравнении);

$p = 2$ (x_1 и x_2 – экзогенные переменные, которых нет в уравнении);

б) во втором уравнении;

$n = 1$ (y_1 – эндогенная переменные в уравнении);

$p = 1$ (x_2 – экзогенная переменная, которой нет в уравнении);

в) в третьем уравнении;

$n = 2$ (y_2 и y_3 – эндогенные переменные в уравнении);

$p = 1$ (x_1 – экзогенная переменная, которой нет в уравнении).

5.13. Приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} \tilde{y}_1 = 3x_1 + 4x_2; \\ \tilde{y}_2 = 5x_1 + 6x_2. \end{cases}$$

Три студента вычисляли структурные коэффициенты и получили разные ответы. Определите, кто из них прав:

а)
$$\begin{cases} \tilde{y}_1 = 15\tilde{y}_2 + 10x_2, \\ \tilde{y}_2 = 24\tilde{y}_1 + 8x_1; \end{cases}$$

б)
$$\begin{cases} \tilde{y}_1 = \frac{3}{4}\tilde{y}_2 + \frac{2}{4}x_2, \\ \tilde{y}_2 = \frac{6}{5}\tilde{y}_1 + \frac{2}{5}x_1; \end{cases}$$

в)
$$\begin{cases} \tilde{y}_1 = \frac{3}{5}\tilde{y}_2 + \frac{2}{5}x_2, \\ \tilde{y}_2 = \frac{6}{4}\tilde{y}_1 + \frac{2}{4}x_1. \end{cases}$$

5.14. Найдите правильную последовательность шагов алгоритма косвенного МНК:

а) I. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

II. Параметры структурной формы модели оцениваются с помощью МНК.

III. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

б) I. Параметры приведенной формы модели оцениваются с помощью МНК.

II. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

III. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

в) I. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

II. Параметры приведенной формы модели оцениваются с помощью МНК.

III. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ВАРИАНТ 1

1. Какое определение соответствует понятию «эконометрика»:

а) это наука, предметом изучения которой является количественная сторона массовых социально-экономических явлений и процессов в конкретных условиях места и времени;

б) это наука, предметом изучения которой являются общие закономерности случайных явлений и методы количественной оценки влияния случайных факторов;

в) это наука, предметом изучения которой является количественное выражение взаимосвязей экономических процессов и явлений.

2. По аналитическому выражению различают связи:

а) линейные; б) обратные; в) криволинейные; г) парные.

3. В уравнении парной линейной регрессии $\tilde{y} = a + bx$ параметр b означает:

а) на какую величину в среднем изменится результативный признак y , если переменную x увеличить на одну единицу измерения;

б) среднее изменение результативного признака при изменении факторного признака на 1 %;

в) усредненное влияние на результативный признак неучтенных (не выделенных для исследования) факторов;

г) какая доля вариации результативного признака учтена в модели и обусловлена влиянием на нее переменной x ?

4. Частный коэффициент корреляции оценивает:

а) тесноту связи между двумя переменными;

б) направление связи между двумя переменными;

в) тесноту связи между двумя переменными при фиксированном значении остальных факторов.

г) направление связи между двумя переменными при фиксированном значении остальных факторов.

5. Выберите аналог понятия «эндогенная переменная»:

а) результат;

б) фактор;

в) зависимая переменная, определяемая внутри системы;

г) предопределенная переменная.

6. Укажите правильную функцию параболического тренда

- а) $\tilde{y}_t = a + b \cdot \ln t$; б) $\tilde{y}_t = y_{\min} + \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+b \cdot \ln t} + 1}$;
в) $\tilde{y}_t = a + b_1 t + b_2 t^2$; г) $\tilde{y}_t = \frac{1}{e^{a+bt} + 1}$.

7. Укажите методы уменьшения (устранения) автокорреляции во временных рядах:

- а) метод регрессионных преобразований;
б) метод последовательных разностей;
в) метод включения дополнительного фактора;
г) построения коррелограммы.

8. Сопоставляя при регрессионном анализе факторную и остаточную дисперсии, получим величину статистики:

- а) Стьюдента; б) Дарбина; в) Пирсона; г) Фишера.

9. Наличие гетероскедастичности в остатках регрессии можно проверить с помощью теста

- а) Пирсона; б) Гольфельда-Квандта;
в) Дарбина-Уотсона; г) Спирмена.

10. Верификация модели – это:

- а) проверка качества как модели в целом, так и ее параметров;
б) определение исходных предпосылок и ограничений модели;
в) определение вида экономической модели, выражение в математической форме взаимосвязи между ее переменными;
г) анализ изучаемого экономического явления.

ВАРИАНТ 2

1. Какова цель эконометрики?

- а) представить экономические данные в наглядном виде;
б) разработать методы моделирования и количественного анализа реальных экономических объектов;
в) определить способы сбора и группировки статистических данных;
г) изучить качественные аспекты экономических явлений.

2. Регрессионный анализ заключается в определении:

а) аналитической формы связи, в которой изменение результативного признака обусловлено влиянием одного или нескольких факторных признаков, а множество всех прочих факторов, также оказывающих влияние на результативный признак, принимается за постоянные и средние значения;

б) тесноты связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным и множеством факторных признаков (при многофакторной связи);

в) статистической меры взаимодействия двух случайных переменных;

г) степени статистической связи между порядковыми переменными.

3. Значение параметра b в уравнении линейной регрессии $\tilde{y} = a + bx$ определяется по формуле:

$$\text{а) } b = \bar{y} - a\bar{x}; \quad \text{б) } b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y};$$

$$\text{в) } b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2}; \quad \text{г) } b = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{n - 2}}.$$

4. Множественный линейный коэффициент корреляции $R_{yx_1x_2}$ равен 0,75. Какой процент вариации зависимой переменной y учтен в модели и обусловлен влиянием факторов x_1 и x_2 ?

а) 56,2; б) 75; в) 37,5.

5. Если структурные коэффициенты модели выражены через приведенные коэффициенты и имеют более одного числового значения, то такая модель:

- а) сверхидентифицируема;
- б) неидентифицируема;
- в) идентифицируема.

6. Известно, что факторный признак x_3 усиливает связь между величинами x_1 и x_2 . По результатам наблюдений получен частный коэффициент корреляции $r_{x_1x_2(x_3)} = -0,45$. Какое значение может принять парный коэффициент корреляции $r_{x_1x_2}$?

а) -0,4; б) 0,344; в) -0,8; г) 1,2.

7. Укажите правильную функцию логистического тренда

а) $\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$; б) $\tilde{y}_t = y_{\min} + \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+b \cdot \ln t} - 1}$;

в) $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$; г) $\tilde{y}_t = \frac{1}{e^{a+bt} + 1}$.

8. **Динамическая модель отличается от других видов эконометрических моделей тем, что в такой модели:**

а) в данный момент времени учитывают значения входящих в нее переменных, относящихся к текущему времени;

б) в данный момент времени учитывают значения входящих в нее переменных, относящихся к текущему и к предыдущему моментам времени;

в) в данный момент времени учитывают значения входящих в нее переменных, относящихся к текущему и последующему моментам времени.

9. **Уравнение регрессии признается в целом статистически значимым, если**

а) расчетное значение критерия Фишера больше соответствующего табличного значения;

б) расчетное значение критерия Фишера меньше соответствующего табличного значения;

в) расчетное значение критерия Фишера больше четырех;

г) расчетное значение критерия Фишера больше нуля.

10. **Зависимость последовательности остатков регрессии друг от друга в эконометрике называют**

а) гомоскедастичностью остатков;

б) автокорреляцией остатков;

в) мультиколлинеарностью остатков;

г) гетероскедастичностью остатков.

ВАРИАНТ 3

1. **Спецификация модели – это:**

а) определения цели исследования и выбор экономических переменных модели;

б) проведение статистического анализа модели, оценка качества ее параметров;

в) сбор необходимой статистической информации;

г) построение эконометрических моделей с целью эмпирического анализа.

2. Под частной корреляцией понимается:

- а) зависимость результативного признака и двух или более факторов, включенных в регрессионную модель;
- б) связь между двумя признаками (результативным и факторным или двумя факторными);
- в) зависимость между результативным и одним факторным признаком при фиксированном значении других факторных признаков;
- г) зависимость между качественными признаками.

3. Уравнение регрессии имеет вид $\tilde{y} = 2,02 + 0,78x$. На сколько единиц своего измерения в среднем изменится \tilde{y} при увеличении x на одну единицу своего измерения:

- а) увеличится на 2,02; б) не изменится; в) увеличится на 2,8; г) увеличится на 0,78?

4. Имеется матрица парных коэффициентов корреляции:

	y	x_1	x_2	x_3
y	1			
x_1	-0,782	1		
x_2	0,451	0,564	1	
x_3	0,842	-0,373	0,803	1

Между какими признаками наблюдается коллинеарность:

- а) y и x_3 ; б) x_1 и x_3 ; в) x_2 и x_3 ?

5. Количество структурных и приведенных коэффициентов одинаково в модели:

- а) сверхидентифицируемой;
- б) неидентифицируемой;
- в) идентифицируемой.

6. При исследовании зависимости себестоимости продукции y от объема выпуска x_1 и производительности труда x_2 по данным 20 предприятий получено уравнение регрессии $\tilde{y} = 2,88 - 0,72x_1 - 1,51x_2$. На сколько единиц и в какую сторону изменится результирующий признак при увеличении фактора x_1 на одну единицу измерения?

- а) увеличится на 2,88;
- б) уменьшится на 0,72;
- в) уменьшится на 2,88;
- г) увеличится на 0,72.

7. Лаговые значения переменных непосредственно включены в модель

- а) авторегрессии;
- б) адаптивных ожиданий;
- в) множественной регрессии;
- г) с распределенным лагом.

8. Построенное уравнение регрессии считается удовлетворительным, если значение средней ошибки аппроксимации не превышает

- а) 5 %;
- б) 10-12 %;
- в) 1 %;
- г) 95 %.

9. Проверку независимости последовательности остатков (отсутствие автокорреляции) осуществляют с помощью d -критерия Дарбина-Уотсона. Расчетное значение критерия определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{а) } d &= \frac{\sum (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum \varepsilon_i^2}; & \text{б) } d &= \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m}; \\ \text{в) } d &= r \cdot \sqrt{\frac{n-m-1}{1-r^2}}; & \text{г) } d &= \sqrt{\frac{\sum \varepsilon^2}{n-m-1}}. \end{aligned}$$

10. Какая задача эконометрики является задачей параметризации модели:

- а) составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам эконометрического моделирования;
- б) проверка качества параметров модели и самой модели в целом;
- в) оценка параметров построения модели;
- г) построение эконометрических моделей для эмпирического анализа.

ВАРИАНТ 4

1. Какая задача эконометрики является задачей спецификации модели:

- а) составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам эконометрического моделирования;
- б) оценка параметров построения модели;
- в) проверка качества параметров модели и самой модели в целом;
- г) построение эконометрических моделей для эмпирического анализа.

2. Какое значение не может принимать парный коэффициент корреляции:

- а) -0,973;
- б) 1,005;
- в) 0,111;
- г) 0,721.

3. Какой критерий используют для оценки значимости уравнения регрессии в целом:

- а) F -критерий Фишера; б) t -критерий Стьюдента;
в) критерий Пирсона; г) критерий Дарбина-Уотсона.

4. Какое значение может принимать множественный коэффициент корреляции:

- а) -0,501; б) -0,153; в) 0,861?

5. Уравнение множественной регрессии имеет вид $y = 0,056 \cdot x_1^{-0,858} \cdot x_2^{1,126} \cdot \varepsilon$. Определить эластичность связи факторов y и x_2 .

- а) 0,056; б) 0,126; в) 1,126; г) $0,056 \cdot 1,126$.

6. Уравнение тренда представляет собой $\tilde{y}_t = 32,5 - 4,6t$. Насколько в среднем в исследуемом периоде изменяется результативный признак

- а) увеличивается на 32,5; б) увеличивается на 4,6
в) уменьшается на 4,6; г) уменьшается на 32,5.

7. Модели авторегрессии характеризуются тем, что они:

а) содержат в качестве факторных переменных лаговые значения результативного признака;

б) учитывают желаемое значение факторного признака в период $(t+1)$;

в) учитывают желаемое (ожидаемое) значение результативного признака в период $(t+1)$;

г) содержат в качестве факторных переменных лаговые значения факторного признака.

8. Как известно, индекс детерминации R^2 используется для проверки статистической значимости в целом уравнения нелинейной регрессии по F -критерия Фишера

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m},$$

где n – объем наблюдений. Поясните смысл параметра m .

- а) число параметров в уравнении регрессии;
б) число параметров при факторной переменной в уравнении регрессии;
в) уровень значимости;
г) среднее значение факторной переменной.

9. Уровни временного ряда в эконометрическом анализе обозначают

- а) x_t ; б) y_t ; в) ε_t ; г) c_t .

10. Под частной корреляцией понимается:

- а) зависимость результативного признака и двух или более факторов, включенных в регрессионную модель;
б) связь между двумя признаками (результативным и факторным или двумя факторными);
в) зависимость между результативным и одним факторным признаком при фиксированном значении других факторных признаков;
г) зависимость между качественными признаками.

ВАРИАНТ 5

1. Верификация модели – это:

- а) проверка качества как модели в целом, так и ее параметров;
б) определение исходных предпосылок и ограничений модели;
в) определение вида экономической модели, выражение в математической форме взаимосвязи между ее переменными;
г) анализ изучаемого экономического явления.

2. При каком значении линейного коэффициента корреляции связь между признаками можно считать тесной:

- а) -0,975; б) 0,657; в) -0,111; г) 0,421.

3. Какой коэффициент определяет среднее изменение результативного признака при изменении факторного признака одну единицу его измерения:

- а) коэффициент регрессии; б) коэффициент детерминации;
в) коэффициент корреляции; г) коэффициент эластичности.

4. Уравнение множественной регрессии имеет вид: $\tilde{y} = -27,16 + 1,37x_1 - 0,29x_2$. Параметр, равный 1,37 означает следующее:

- а) при увеличении x_1 на одну единицу своего измерения переменная y увеличится на 1,37 единиц своего измерения;
б) при увеличении x_1 на одну единицу своего измерения при фиксированном значении фактора x_2 переменная y увеличится на 1,37 единиц своего измерения;
в) при увеличении x_1 на 1,37 единиц своего измерения при фиксированном значении фактора x_2 переменная y увеличится на одну единицу своего измерения.

5. По результатам 25 наблюдений получен парный коэффициент корреляции $r_{12} = 0,6$. Известно, что фактор x_3 занижает связь между x_1 и x_2 . Какое значение может принять частный коэффициент корреляции $r_{12(x_3)}$?

- а) -0,8; б) -0,2; в) 0,8; г) 0,5.

6. Укажите правильную характеристику параметра a линейного тренда $\tilde{y}_t = a + bt$

а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему

б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему

в) средний выровненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета

г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда

7. Для некоторой модели адаптивных ожиданий в процессе преобразований получен механизм формирования ожиданий $x_{t+1}^* = 0,76x_t + (1 - 0,76)x_t^*$. Как ожидаемое значение x_{t+1}^* адаптируется к предыдущим реальным значениям?

а) не зависит от реальных значений;

б) медленно;

в) быстро.

8. Укажите уравнение множественной регрессии:

а) $\tilde{y}_x = a + bx$;

б) $\tilde{y} = a + bx + cx^2$;

в) $\tilde{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$;

г) $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$.

9. Количественно ее можно измерить с помощью линейного коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени. О какой характеристике временного ряда идет речь?

а) о тенденции временного ряда;

б) о сезонной составляющей ряда;

в) об автокорреляции уровней ряда;

г) о случайной составляющей временного ряда

10. Если структурные коэффициенты модели выражены через приведенные коэффициенты и имеют более одного числового значения, то такая модель:

- а) идентифицируема;
- б) неидентифицируема;
- в) сверхидентифицируема.

ВАРИАНТ 6

1. Набор сведений о разных объектах, взятых за один период времени называется:

- а) временными данными;
- б) пространственными данными.

2. Какой критерий используют для оценки значимости коэффициента регрессии:

- а) F -критерий Фишера;
- б) t -критерий Стьюдента;
- в) критерий Пирсона;
- г) критерий Дарбина-Уотсона.

3. Чему равен коэффициент эластичности, если уравнение регрессии имеет вид $\tilde{y} = 2,02 + 0,78x$, а средние значения признаков равны $\bar{x} = 5$, $\bar{y} = 6$:

- а) 0,94;
- б) 1,68;
- в) 2,42;
- г) 0,65.

4. Значение бета-коэффициента определяется по формуле:

- а) $b_i \cdot \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y}$;
- б) $r_{yx_i} \cdot \frac{\beta_i}{R^2}$;
- в) $b_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}$.

5. Найдите правильную последовательность шагов алгоритма косвенного МНК:

а) I. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

II. Параметры структурной формы модели оцениваются с помощью МНК.

III. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

б) I. Параметры приведенной формы модели оцениваются с помощью МНК.

II. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

III. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

в) I. Структурная форма модели преобразуется в приведенную форму.

II. Параметры приведенной формы модели оцениваются с помощью МНК.

III. Приведенная форма модели преобразуется в структурную форму.

6. Укажите правильную характеристику параметра b экспоненциального тренда $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$

а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

в) средний выровненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;

г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

7. В результате анализа фактических данных получена модель авторегрессии $y_t = 3 + 300y_{t-1} + 20x_t + \varepsilon_t$. Общее абсолютное изменение результата в момент времени $(t+1)$ равно:

а) 2000; б) 300; в) 60; г) 6000.

8. При построении модели множественной регрессии предварительно проводят исследование факторных переменных на коллинеарность и мультиколлинеарность. Считается, что две переменные явно коллинеарны, если соответствующий парный коэффициент корреляции удовлетворяет условию:

а) $r_{x_i x_j} \geq 0,7$; б) $r_{x_i x_j} \geq 1$; в) $r_{x_i x_j} \geq 0,3$; г) $r_{x_i x_j} \leq 0,7$.

9. Этот коэффициент характеризует среднее абсолютное изменение y_t при изменении x_t на 1 единицу своего измерения в некоторый фиксированный момент времени t , без учета воздействия лаговых значений фактора x . Этот коэффициент называют:

а) краткосрочным мультипликатором;

б) долгосрочным мультипликатором;

в) промежуточным мультипликатором.

10. Укажите характеристики, используемые в качестве меры точности модели регрессии

а) средняя абсолютная ошибка;

- б) остаточная дисперсия;
- в) коэффициент корреляции;
- г) средняя относительная ошибка аппроксимации

ВАРИАНТ 7

1. Выберите аналог понятия «независимая переменная»:

- а) эндогенная переменная;
- б) фактор;
- в) результат;
- г) экзогенная переменная.

2. Уравнение степенной функции имеет вид:

- а) $\tilde{y} = a \cdot x^b$;
- б) $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$;
- в) $\tilde{y} = a \cdot b^x$;
- г) $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$.

3. Системами эконометрических уравнений являются:

- а) системы нормальных уравнений;
- б) системы рекурсивных уравнений;
- в) системы одновременных уравнений;
- г) системы независимых уравнений.

4. Экзогенные переменные характеризуются тем, что они

- а) датируются предыдущими моментами времени;
- б) являются независимыми и определяются вне системы;
- в) являются зависимыми и определяются внутри системы.

5. Что характеризует коэффициент b_2 параболического тренда $\tilde{y}_t = a + b_1 t + b_2 t^2$?

- а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;
- в) средний выровненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;
- г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

6. Результативный признак зависит от ожидаемых значений факторного признака:

- а) в краткосрочной модели функции адаптивных ожиданий;
- б) в долгосрочной функции модели частичной корректировки;
- в) в краткосрочной функции модели частичной корректировки;
- г) в долгосрочной модели функции адаптивных ожиданий.

7. В производственных функциях широко распространена степенная форма множественной регрессии $\tilde{y} = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}$. Укажите экономический смысл коэффициентов b_i :

а) Они характеризуют среднее изменение результата с изменением соответствующего фактора на единицу при неизменном значении других факторов, закрепленных на среднем уровне.

б) Они показывают, на сколько процентов в среднем изменяется результат с изменением соответствующего фактора на 1% при неизменности действия других факторов.

в) Они позволяют однозначно ответить на вопрос о количественной взаимосвязи рассматриваемых признаков и целесообразности включения фактора в модель.

8. Что называют аналитическим выравниванием временного ряда?

а) анализ автокорреляционной функции и коррелограммы;

б) построение аналитической функции, характеризующей зависимость уровней ряда от времени, или тренда;

в) устранение сезонной компоненты;

г) применение методики скользящего выравнивания ряда.

9. Какая задача эконометрики является задачей параметризации модели:

а) составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам эконометрического моделирования;

б) оценка параметров построения модели;

в) проверка качества параметров модели и самой модели в целом;

г) построение эконометрических моделей для эмпирического анализа.

10. Сопоставляя при регрессионном анализе факторную и остаточную дисперсии, получим величину статистики:

а) Стьюдента; б) Дарбина; в) Пирсона; г) Фишера.

ВАРИАНТ 8

1. Рассмотрите модель зависимости общей величины расходов на питание от располагаемого личного дохода x и цены продукта питания p : $y = a_0 + a_1x + a_2p + \varepsilon$. Определите класс модели и вид переменных модели:

а) регрессионная модель с одним уравнением; эндогенная переменная – расходы на питание, экзогенная переменная – располагаемый

личный доход, предопределенная переменная – цена продуктов питания;

б) модель временного ряда; эндогенная переменная – расходы на питание, лаговые переменные – располагаемый личный доход и цена продуктов питания;

в) регрессионная модель с одним уравнением; эндогенная переменная – расходы на питание, экзогенные переменные – располагаемый личный доход и цена продуктов питания.

2. Если парный коэффициент корреляции между признаками принимает значение 0,675, то коэффициент детерминации равен:

- а) 0,822; б) -0,675; в) 0,576; г) 0,456.

3. Уравнение гиперболы имеет вид:

- а) $\tilde{y} = a \cdot x^b$; б) $\tilde{y} = a + \frac{b}{x}$; в) $\tilde{y} = a \cdot b^x$; г) $\tilde{y} = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-cx}}$.

4. Система одновременных уравнений отличается от других видов эконометрических систем тем, что в ней:

а) одни и те же эндогенные переменные системы в одних уравнениях находятся в левой части, а в других уравнениях – в правой части;

б) эндогенная переменная одного уравнений находится в другом уравнении системы в качестве фактора;

в) каждая эндогенная переменная является функцией одной и той же совокупности экзогенных переменных.

5. Что характеризует коэффициент b линейного тренда $\tilde{y}_t = a + bt$?

а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

в) средний выровненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;

г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

6. Для некоторой модели частичной корректировки механизм формирования ожиданий получен в виде равенства $y_t = y_{t-1} + \eta_t$. Это позволяет сделать вывод о том, что

а) корректировка проходит быстро;

б) корректировка происходит за один период;

в) корректировка не происходит;

г) корректировка происходит медленно.

7. Пусть производственная функция имеет вид:

$$P = 2 \cdot F_1^{0,3} \cdot F_2^{0,2} \cdot F_3^{0,4} \cdot \varepsilon,$$

где P – выпуск продукции; F_1 – стоимость основных производственных фондов; F_2 – отработано человеко-дней; F_3 – затраты на производство. Укажите обобщенную характеристику эластичности выпуска продукции и характер отдачи выпуска от затраченных ресурсов.

- а) $\varepsilon=0,9$, что соответствует уменьшающейся отдаче;
- б) $\varepsilon=1,8$, что соответствует увеличивающейся отдаче;
- в) $\varepsilon=0,9$, что соответствует увеличивающейся отдаче;
- г) $\varepsilon=1,8$, что соответствует уменьшающейся отдаче.

8. Укажите среди нижеперечисленного метод, не являющийся методом исключения тенденции во временных рядах:

- а) метод отклонений от тренда;
- б) метод скользящего выравнивания;
- в) метод последовательных разностей;
- г) включение в модель фактора времени.

9. При каком значении линейного коэффициента корреляции связь между признаками нельзя считать тесной:

- а) $-0,975$; б) $0,857$; в) $-0,611$; г) $0,421$.

10. Какой критерий используют для оценки значимости уравнения регрессии в целом:

- а) F -критерий Фишера;
- б) t -критерий Стьюдента;
- в) критерий Пирсона;
- г) критерий Дарбина-Уотсона.

ВАРИАНТ 9

1. Найдите правильную последовательность этапов эконометрического моделирования:

- а) постановочный, априорный, параметризация, информационный, идентификация, верификация;
- б) постановочный, априорный, информационный, параметризация, идентификация, верификация;
- в) информационный, постановочный, априорный, параметризация, верификация, идентификация.

2. Согласно методу наименьших квадратов минимизируется следующее выражение:

а) $\sum_{i=1}^n |y_i - \tilde{y}_i|$; б) $\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)$; в) $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$; г) $\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2$.

3. Индекс корреляции определяется по формуле:

а) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%$; б) $\sqrt{1 - \frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}$;
в) $\frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$; г) $\frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2)$.

4. МНК не позволяет получить состоятельные и несмещенные оценки параметров системы:

- а) рекурсивных уравнений;
- б) одновременных уравнений;
- в) независимых уравнений.

5. Аддитивная модель ряда динамики представляет собой

- а) $y_t = T + S + E$; б) $y_t = T \cdot S \cdot E$;
- в) $y_t = T \cdot S + E$; г) $y_t = T + S \cdot E$.

6. Случайная составляющая в модели $y_t = T \cdot S \cdot E$ обозначена

- а) y_t ; б) T ; в) E ; г) S .

7. Какой коэффициент расчета регрессии показывает долю учтенной в модели вариации результативного признака y и обусловленной влиянием факторных переменных?

- а) коэффициент регрессии;
- б) коэффициент детерминации;
- в) коэффициент корреляции;
- г) коэффициент эластичности.

8. При моделировании уравнения множественной регрессии определяют стандартизированные коэффициенты регрессии (β -коэффициенты). Сравнивая их друг с другом, можно ранжировать факторы по силе их воздействия на результат.

Пусть функция издержек производства y (тыс. руб.) характеризуется уравнением вида

$$\tilde{y} = 200 + 1,2x_1 + 1,1x_2,$$

где x_1 – основные производственные фонды, тыс. руб.; x_2 – численность занятых в производстве, человек.

Уравнение регрессии в стандартизированном масштабе выглядит так:

$$t_y = 0,5t_{x_1} + 0,8t_{x_2}.$$

Выберите правильные выводы.

а) большее влияние на издержки производства оказывает численность занятых на производстве людей, $\beta_1 = 0,5$; $\beta_2 = 0,8$;

б) большее влияние на издержки производства оказывает численность занятых на производстве людей, $\beta_1 = 1,2$; $\beta_2 = 1,1$;

в) большее влияние на издержки производства оказывает стоимость основных производственных фондов, $\beta_1 = 0,5$; $\beta_2 = 0,8$;

г) большее влияние на издержки производства оказывает стоимость основных производственных фондов, $\beta_1 = 1,2$; $\beta_2 = 1,1$.

9. Если парный коэффициент корреляции между признаками равен -0,8, то это означает:

а) отсутствие связи;

б) наличие обратной корреляционной связи;

в) наличие прямой корреляционной связи;

г) наличие обратной функциональной связи.

10. Укажите правильную характеристику параметра b экспоненциального тренда $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$

а) среднее изменение анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

б) среднее ускорение изменения анализируемого явления от одного момента времени к следующему;

в) средний выровненный уровень ряда для момента времени, принятого за начало отсчета;

г) постоянный цепной темп изменения уровней временного ряда.

ВАРИАНТ 10

1. Связь называется корреляционной:

а) если каждому значению факторного признака соответствует множество значений результативного признака, т.е. определенное статистическое распределение;

б) если каждому значению факторного признака соответствует вполне определенное неслучайное значение результативного признака;

в) если каждому значению факторного признака соответствует целое распределение значений результативного признака;

г) если каждому значению факторного признака соответствует строго определенное значение результативного признака.

2. Оценки параметров регрессии (свойства оценок МНК) должны быть:

а) несмещенными;

б) гетероскедастичными;

в) эффективными;

г) состоятельными.

3. В каких пределах изменяется множественный коэффициент корреляции:

а) $0 \leq R_{yx_1x_2} \leq \infty$; б) $0 \leq R_{yx_1x_2} \leq 1$; в) $-1 \leq R_{yx_1x_2} \leq 1$?

4. Экзогенные переменные модели характеризуются тем, что они:

а) датируются предыдущими моментами времени;

б) являются независимыми и определяются вне системы;

в) являются зависимыми и определяются внутри системы.

5. Мультипликативная модель ряда динамики представляет собой

а) $y_t = T + S + E$; б) $y_t = T \cdot S \cdot E$;

в) $y_t = T \cdot S + E$; г) $y_t = T + S \cdot E$

6. Коррелирование отклонений от выровненных уровней тренда проводят

а) для определения тесноты связи между отклонениями фактических уровней от выровненных, отражающих тренд;

б) для определения тесноты связи между рядами динамики в случае отсутствия автокорреляции;

в) для исключения влияния автокорреляции;

г) для исключения влияния общей тенденции на колеблемость признака.

7. Укажите характеристики, не используемые в качестве меры точности модели регрессии

- а) средняя абсолютная ошибка;
- б) остаточная дисперсия;
- в) коэффициент корреляции;
- г) средняя относительная ошибка аппроксимации.

8. Требования, при которых модель считается адекватной, состоят в следующем:

1. Уровни ϵ_i ряда остатков имеют случайный характер.
2. Математическое ожидание уровней ряда остатков равно нулю.
3. Дисперсия каждого отклонения ϵ_i одинакова для всех значений x (свойство гомоскедастичности).
4. Значения ϵ_i независимы друг от друга, т.е. отсутствует автокорреляция.
5. Случайные величины ϵ_i распределены по нормальному закону.
6. Число включаемых в регрессионную модель факторов в 6-7 раз меньше объема совокупности данных, по которым строится регрессия.

Укажите пункт, необязательный для адекватной модели регрессии.

- а) 3; б) 4; в) 5; г) 6.

9. Для некоторой модели частичной корректировки механизм формирования ожиданий получен в виде равенства $y_t = y_{t-1} + \eta_t$. Это позволяет сделать вывод о том, что

- а) корректировка проходит быстро;
- б) корректировка происходит за один период;
- в) корректировка не происходит;
- г) корректировка происходит медленно.

10. Уравнение множественной регрессии имеет вид $y = 0,056 \cdot x_1^{-0,858} \cdot x_2^{1,126} \cdot \epsilon$. Определить эластичность связи факторов y и x_1 .

- а) 1,126; б) 0,126; в) 0,056; г) -0,858.

ОТВЕТЫ

Раздел 1

1.1.	б)
1.2.	в)
1.3.	б)
1.4	г)
1.5.	б)
1.6.	в)
1.7.	в)
1.8.	б)
1.9.	б), г)
1.10.	г)
1.11.	б), в)
1.12.	б)
1.13.	б)
1.14.	б), в)
1.15.	а)
1.16.	б)
1.17.	а), в)
1.18.	в)
1.19.	г)
1.20.	а)
1.21.	в)
1.22.	б)
1.23.	в)
1.24.	а), в)
1.25.	б), в)

Раздел 2

2.1.	в)
2.2.	а)
2.3.	а)
2.4	а)
2.5.	в)
2.6.	а)
2.7.	б)
2.8.	в)

2.9.	в)
2.10.	а)
2.11.	б)
2.12.	г)
2.13.	г)
2.14.	в)
2.15.	б)
2.16.	б)
2.17.	б)
2.18.	а)
2.19.	б)
2.20.	г)
2.21.	в)
2.22.	а)
2.23.	б)
2.24.	б)
2.25.	в)
2.26.	а)
2.27.	б)
2.28.	б)
2.29.	а), б), в)
2.30.	б)
2.31.	а), б), г)
2.32.	г)
2.33.	а)
2.34.	б)
2.35.	б)
2.36.	г)
2.37.	б), г)
2.38.	в)
2.39.	а)
2.40.	г)
2.41.	а)
2.42.	б), в)
2.43.	а)
2.44.	а), в)
2.45.	а)
2.46.	1–3; 2–1; 3–4; 4–2
2.47.	г)
2.48.	б)

2.49.	Г)
2.50.	В), Г)
2.51.	1-2; 2-1; 3-3; 4-4
2.52.	Г)
2.53.	б)
2.54.	а)
2.55.	а)
2.56.	б), В)

Раздел 3

3.1.	В), Г)
3.2.	а), В)
3.3.	В)
3.4	Г)
3.5.	В)
3.6.	б)
3.7.	В)
3.8.	а), Г)
3.9.	б), В)
3.10.	В)
3.11.	В)
3.12.	а)
3.13.	б)
3.14.	В)
3.15.	В)
3.16.	а)
3.17.	б)
3.18.	а)
3.19.	б)
3.20.	В)
3.21.	б)
3.22.	а)
3.23.	а)
3.24.	Г)
3.25.	В)
3.26.	б)
3.27.	а)
3.28.	Г)
3.29.	Г)

3.30.	а)
3.31.	б)
3.32.	г)
3.33.	в)

Раздел 4

4.1.	а), в)
4.2.	а)
4.3.	а)
4.4.	б)
4.5.	а)
4.6.	б)
4.7.	а)
4.8.	а)
4.9.	в)
4.10.	б), в)
4.11.	б)
4.12.	в)
4.13.	а)
4.14.	б)
4.15.	а)
4.16.	б)
4.17.	а), б), г)
4.18.	а)
4.19.	б), г)
4.20.	б)
4.21.	в)
4.22.	в)
4.23.	г)
4.24.	б)
4.25.	а)
4.26.	в)
4.27.	а)
4.28.	в), г)
4.29.	б)
4.30.	в)
4.31.	б)
4.32.	б)
4.33.	в)

4.34.	б)
4.35.	б)
4.36.	а), в)
4.37.	а)
4.38.	а)
4.39.	в)
4.40.	а)
4.41.	а)
4.42.	в)
4.43.	в)
4.44.	а)
4.45.	г)
4.46.	в)
4.47.	в)
4.48.	а)

Раздел 5

5.1.	а), б), г)
5.2.	б)
5.3.	б)
5.4.	а)
5.5.	в)
5.6.	
5.7.	в)
5.8.	б)
5.9.	а)
5.10.	в)
5.11.	г)
5.12.	в)
5.13.	в)
5.14.	в)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гореева, Н.М. Эконометрика в схемах и таблицах [Текст] / Н.М. Гореева [и др.]; под ред. проф. С.А. Орехова. – М.: Эксмо, 2008.
2. Елисеева, И.И. Эконометрика [Текст]: учеб. пособие / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Замков, О.О. Математические методы в экономике [Текст] / О.О. Замков, А.В. Толстопятенко, Ю.Н. Черемных. – М.: Дис, 1997.
4. Кремер, Н.Ш. Эконометрика [Текст]: учебник для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.
5. Практикум по эконометрике [Текст]: учеб. пособие / под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2006.
6. Тихонов, Н.П. Эконометрика [Текст] / Н.П. Тихонов, Е.Ю. Дорохина. – М.: Экзамен, 2007.
7. Ермолаева, Е.И. Теоретические основы эконометрики [Текст] / Е.И. Ермолаева, Е.И. Куимова. – Пенза, ПГУАС, 2012.
8. Ермолаева, Е.И. Основы эконометрики. Практикум [Текст] / Е.И. Ермолаева, Е.И. Куимова. – Пенза, ПГУАС, 2012.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ.....	4
Раздел 1. Предмет эконометрики, ее цель, задачи и методы. Классы моделей, этапы эконометрического моделирования. Типы данных и виды переменных.....	4
Раздел 2. Парная регрессия и корреляция	13
Раздел 3. Множественная регрессия и корреляция.....	34
Раздел 4. Временные ряды.....	46
Раздел 5. Системы одновременных уравнений.....	68
КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	79
ОТВЕТЫ.....	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	103

Учебное издание

Титова Елена Ивановна

Куимова Елена Ивановна

ТЕСТЫ ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ

Учебное пособие

Редактор В.С. Кулакова

Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 21.08.2013. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 6,045. Уч.-изд.л. 6,5. Тираж 80 экз.

Заказ № 155.

Издательство ПГУАС.

440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.

