

Г. И. Просветов

ЭКОНОМЕТРИКА:

ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ

Учебно-практическое пособие

5-е издание,
дополненное

Москва
Альфа-Пресс
2008

УДК 330.43(076.2)
ББК 65.в6я73
П 82

Рецензенты:

В. В. ШЕМЕТОВ,
д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента организации и маркетинга
Российской академии предпринимательства

В. Л. МИРОНОВ,
к.ф.-м.н., доцент Института бизнеса и делового администрирования
Академии народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации

П 82 Просветов Г. И.

ЭКОНОМЕТРИКА: ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ: Учебно-практическое пособие. 5-е изд., доп. — М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. — 192 с.

ISBN 978-5-94280-349-0

В настоящем учебно-практическом пособии представлены основные разделы эконометрики как науки об экономических измерениях, которая на основе математических и статистических исследований позволяет моделировать, прогнозировать, а также проводить комплексный анализ экономических процессов.

Особое внимание уделено методам корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа, математическим методам моделирования и прогнозирования, а также вопросам ценообразования.

Пособие содержит программу курса, задачи для самостоятельного решения с ответами и задачи для контрольной работы.

Для преподавателей и студентов экономических специальностей высших учебных заведений.

УДК 330.43(076.2)
ББК 65.в6я73

ISBN 978-5-94280-349-0



9 785942 803490

© Просветов Г. И., 2008
© ООО Издательство «Альфа-Пресс», 2008

Предисловие

Знание того, какими вещи должны быть, характеризует человека умного; знание того, каковы вещи на самом деле, характеризует человека опытного; знание же того, как их изменить к лучшему, характеризует человека гениального.

Дени Дидро

Эконометрика — это наука, в которой на базе реальных статистических данных строятся, анализируются и совершенствуются модели реальных экономических явлений. Одним из важнейших направлений эконометрики является построение прогнозов по различным экономическим показателям.

В настоящее время имеется ряд обстоятельных руководств по эконометрике. Но, по мнению автора, всем им присущ один существенный недостаток — они не учитывают реальные учебные планы обучения студентов экономических специальностей вузов. Предлагаемое пособие знакомит читателя с рядом важнейших разделов эконометрики и призвано помочь тем, кто осваивает этот курс, особенно в системе заочного и очно-заочного (вечернего) образования.

Традиционно предполагается, что студенты, изучающие эконометрику, уже прослушали курс теории вероятностей и математической статистики. На практике же большинство из них не обладает требуемым уровнем математической и статистической подготовки. Поэтому в первых двух главах рассмотрены такие важные разделы математической статистики, как построение доверительных интервалов и испытание гипотез. К этим темам мы вернемся в двадцать шестой и двадцать седьмой главах.

Третья и четвертая главы посвящены вопросам линейной регрессии (соответственно парной и множественной). В них представлен фундаментальный метод оценки параметров уравнений регрессии — метод наименьших квадратов.

Пятая, шестая и седьмая главы затрагивают проблему невыполнимости предпосылок метода наименьших квадратов (гетероскедастичность, автокорреляция и мультиколлинеарность). В них приводятся способы обнаружения и смягчения последствий.

В восьмой главе изучаются модели, содержащие вместе с количественными переменными и качественные переменные (фиктивные переменные). В девятой главе рассмотрены нелинейные регрессионные модели. Как правильно выбрать форму модели, читатель узнает из десятой главы.

Факторные модели — это тема одиннадцатой главы. Об экономико-математических методах и моделях ценообразования идет речь в двенадцатой главе. Тема испытания гипотез будет продолжена в тринадцатой, четырнадцатой и пятнадцатой главах (критерий Колмогорова-Смирнова, порядковые испытания, критерий Вилкоксона). Как проводить дисперсионный анализ, показано в шестнадцатой главе.

В семнадцатой, восемнадцатой, девятнадцатой и двадцать третьей главах изучаются основные понятия временных рядов, способы построения прогнозов, метод скользящей средней и экспоненциальное сглаживание, анализ временных рядов в Excel.

Линейная корреляция — это тема двадцатой главы.

В двадцать первой главе анализируются системы одновременных уравнений, рассматриваются методы нахождения оценок для таких систем (косвенный метод наименьших квадратов, двухшаговый метод наименьших квадратов) и исследуется проблема идентификации. Методы экспертных оценок разбираются в двадцать второй главе.

Меры связи изучаются в двадцать четвертой главе. Анализ Фурье — это тема двадцать пятой главы.

Об интервалах предсказания читатель узнает из двадцать шестой главы. В двадцать седьмой главе проводится испытание гипотезы о принадлежности нового наблюдения генеральной совокупности.

Выбор метода прогнозирования обосновывается в двадцать восьмой главе. В главах с двадцать девятой по тридцать восьмую рассмотрены непараметрические критерии (критерии Розенбаума, Манна-Уитни, Крускала-Уоллиса, критерий тенденций Джонкира, критерий знаков, критерии Фридмана, Пейджа, Фишера, биномиальный критерий, критерий Кохрана).

Кластерный анализ — это тема тридцать девятой главы.

Весь материал разбит на главы, а главы — на параграфы. Каждый параграф — это отдельная тема. В начале параграфа приводится необходимый минимум теоретических сведений, затем подробно раз-

бираются модельные примеры. После каждого разобранный примера приводится задача для самостоятельного решения. Ответы ко всем задачам помещены в конце книги. Пособие также содержит программу курса и задачи для контрольной работы.

В книге показано, как с помощью встроенных статистических функций и надстройки «Пакет анализа» пакета Excel можно избежать долгих и утомительных вычислений. Обычно книги по эконометрике содержат большое количество табулированных значений всевозможных распределений. Автор сознательно отказался от этого, заменив ссылками на соответствующие статистические функции пакета Excel.

За основу пособия принят материал курсов, читаемых автором в Российской академии предпринимательства. Всем студентам, прослушавшим эти курсы, автор выражает благодарность за продуктивную совместную работу.

Автор выражает искреннюю признательность В. М. Трояновскому за многочисленные замечания, способствовавшие улучшению книги.

Автор

ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ

Изучаемая генеральная совокупность может быть очень большой. Поэтому с целью экономии времени и материальных ресурсов случайным образом производят выборку из генеральной совокупности. Для этой выборки вычисляют выборочную среднюю $\bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i/n$, выборочную дисперсию $s^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2/n$ и интересующие нас параметры. Как оценить параметры генеральной совокупности, зная эти параметры для выборки?

Для генеральной совокупности строится *доверительный интервал* — интервал значений, в пределах которого, как мы можем надеяться, находится параметр генеральной совокупности. Наша надежда выражается *доверительной вероятностью* — вероятностью, с которой доверительный интервал «захватит» истинное значение параметра генеральной совокупности. Чем выше доверительная вероятность, тем шире доверительный интервал. Значение доверительной вероятности выбирает сам исследователь. Обычно это 0,9; 0,95; 0,99.

Таким образом, определить доверительный интервал — это лучшее, что можно сделать в условиях неопределенности: это точное вероятностное утверждение вместо неясных замечаний типа «Мы не уверены, но ...» или «Это значение, вероятно, близко к ...».

§ 1.1. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛ ДЛЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СРЕДНЕЙ a (генеральная дисперсия σ^2 известна)

Если генеральная совокупность подчиняется нормальному закону распределения с известной дисперсией σ^2 , то

$$\bar{X} - z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} < a < \bar{X} + z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n},$$

где \bar{X} — выборочная средняя, n — объем выборки, $\alpha = 1 - p$, p — доверительная вероятность, $z_{\alpha/2}$ берем из таблицы.

α	0,4	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
z_{α}	0,253	0,675	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090

Для вычисления z_{α} можно также воспользоваться статистической функцией НОРМСТОБР($1 - \alpha$) мастера функций f_x пакета Excel.

Пример 1. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 5$ г, фасует чай в пачки. Проведена случайная выборка объемом $n = 30$ пачек. Средний вес пачки чая в выборке $\bar{X} = 101$ г. Найдем доверительный интервал для среднего веса пачки чая в генеральной совокупности с доверительной вероятностью $p = 95\%$.

$$p = 0,95 \Rightarrow \alpha = 1 - p = 1 - 0,95 = 0,05 \Rightarrow \alpha/2 = 0,025 \Rightarrow z_{\alpha/2} = 1,96.$$

$\bar{X} \pm z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} = 101 \pm 1,96 \times 5/\sqrt{30} \approx 101 \pm 1,79$, то есть искомый интервал (99,21; 102,79).

Задача 1. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 3$ г, фасует чай в пачки. Проведена случайная выборка объемом $n = 40$ пачек. Средний вес пачки чая в выборке $\bar{X} = 79$ г. Найти доверительный интервал для среднего веса пачки чая в генеральной совокупности с доверительной вероятностью $p = 99\%$.

Замечание. Вместо вычислений по формуле $z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$ можно было бы воспользоваться функцией ДОВЕРИТ(α ; σ ; n) мастера функций f_x пакета Excel.

Определим объем выборки, необходимый для оценки генеральной средней.

Пример 2. Вернемся к примеру 1. Мы получили доверительный интервал $\bar{X} \pm z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \approx 101 \pm 1,79$. Предположим, что нам нужна ширина доверительного интервала ± 1 грамм. Каким должен быть тогда объем выборки?

$z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \leq 1 \Rightarrow \sqrt{n} \geq z_{\alpha/2}\sigma \Rightarrow n \geq (z_{\alpha/2}\sigma)^2 = (1,96 \times 5)^2 = 96,04$, то есть минимальный объем выборки равен 97. Так как объем первоначальной выборки равен 30, то объем новой выборки равен $97 - 30 = 67$ пачек.

Находим среднюю \bar{X} для объединенной выборки в 97 пачек (находим именно среднюю для выборки в 97 единиц, а не среднее арифметическое средних для выборок объемов 30 и 67 пачек) и получаем доверительный интервал для средней в генеральной совокупности $\bar{X} \pm 1$.

Задача 2. Каким должен быть объем выборки в задаче 1, если требуемая ширина доверительного интервала 0,5 г?

§ 1.2. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛ ДЛЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СРЕДНЕЙ \bar{a} (генеральная дисперсия σ^2 неизвестна)

Если генеральная совокупность подчиняется нормальному закону распределения с неизвестной дисперсией σ^2 , то

$$\bar{X} - t_{\alpha/2, n-1}s/\sqrt{n-1} < a < \bar{X} + t_{\alpha/2, n-1}s/\sqrt{n-1},$$

где \bar{X} — выборочная средняя, n — объем выборки, $\alpha = 1 - p$, p — доверительная вероятность, s — выборочное стандартное отклонение.

Значение $t_{\alpha/2, n-1}$ берем из таблицы t -распределения (распределения Стьюдента). Для вычисления $t_{\alpha/2, n-1}$ можно также воспользоваться статистической функцией СТЬЮДРАСПОБР(α ; $n - 1$) мастера функций f_x пакета Excel.

Пример 3. Автомат фасует чай в пачки. Проведена случайная выборка объемом $n = 30$ пачек. Средний вес пачки чая в выборке $\bar{X} = 101$ г, выборочное стандартное отклонение $s = 4$ г. Определим доверительный интервал для среднего веса пачки чая в генеральной совокупности с доверительной вероятностью $p = 95\%$.

$$p = 0,95 \Rightarrow \alpha = 1 - p = 1 - 0,95 = 0,05 \Rightarrow \alpha/2 = 0,025.$$

$$n = 30 \Rightarrow n - 1 = 29 \Rightarrow t_{\alpha/2, n-1} = t_{0,025; 29} \approx 2,045.$$

$\bar{X} \pm t_{\alpha/2, n-1}s/\sqrt{n-1} \approx 101 \pm 2,045 \times 4/\sqrt{29} \approx 101 \pm 1,52$, то есть искомый интервал (99,48; 102,52).

Задача 3. Автомат фасует чай в пачки. Проведена случайная выборка объемом $n = 40$ пачек. Средний вес пачки чая в выборке $\bar{X} = 79$ г, выборочное стандартное отклонение $s = 3$ г. Определить доверительный интервал для среднего веса пачки чая в генеральной совокупности с доверительной вероятностью $p = 99\%$.

Определим объем выборки, необходимый для оценки генеральной средней.

Пример 4. Вернемся к примеру 3. Мы получили доверительный интервал $\bar{X} \pm t_{\alpha/2, n-1}s/\sqrt{n-1} \approx 101 \pm 1,52$. Предположим, что нам нужна ширина доверительного интервала ± 1 г. Каким должен быть тогда объем выборки?

$$t_{\alpha/2, n-1}s/\sqrt{n-1} \leq 1 \Rightarrow \sqrt{n-1} \geq t_{\alpha/2, n-1}s \Rightarrow n-1 \geq (t_{\alpha/2, n-1}s)^2 \Rightarrow n \geq 1 + (t_{\alpha/2, n-1}s)^2 \approx 1 + (2,045 \times 4)^2 \approx 67,9, \text{ то есть минимальный объем выборки равен } 68.$$

Но плохо то, что $t_{\alpha/2, n-1}$ зависит от n . Тем не менее, полученный результат можно использовать. На самом деле n будет меньше.

Если полученное значение $n \geq 30$, то можно вместо $t_{\alpha/2, n-1}$ рассмотреть $z_{\alpha/2}$ и воспользоваться формулой $z_{\alpha/2}s/\sqrt{n-1} \leq 1 \Rightarrow n \geq 1 + (z_{\alpha/2}s)^2 \approx 1 + (1,96 \times 4)^2 \approx 62,47$, то есть минимальный объем выборки равен 63. Так как объем первоначальной выборки равен 30, то объем новой выборки равен $63 - 30 = 33$ пачки. Находим среднюю \bar{X} для объединенной выборки в 63 пачки и получаем доверительный интервал для средней в генеральной совокупности $\bar{X} \pm 1$.

Задача 4. Каким должен быть объем выборки в задаче 3, если требуемая ширина доверительного интервала $\pm 0,5$ г?

§ 1.3. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛ ДЛЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ ДОЛИ

Очень часто нас интересует, какова генеральная доля — доля объектов генеральной совокупности, обладающих определенным свойством.

Производится выборка объема n . Для нее вычисляется выборочная доля \hat{p} — доля объектов, обладающих этим свойством. Тогда при выполнении условий $n\hat{p} \geq 5$, $n(1 - \hat{p}) \geq 5$ доверительный интервал для генеральной доли задается формулой $\hat{p} \pm z_{\alpha/2}\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})/n}$.

Пример 5. Проведена выборка объема $n = 2000$ шт. 150 из них оказались бракованными. Найдем доверительный интервал доли бракованных изделий в генеральной совокупности для доверительной вероятности $p = 95\%$.

$$\hat{p} = 150/2000 = 0,075. \quad n\hat{p} = 2000 \times 0,075 = 150 > 5.$$

$$n(1 - \hat{p}) = 2000 \times (1 - 0,075) = 1850 > 5. \quad \text{Оба условия выполнены.}$$

$$p = 0,95 \Rightarrow \alpha = 1 - p = 1 - 0,95 = 0,05 \Rightarrow \alpha/2 = 0,025 \Rightarrow z_{\alpha/2} = 1,96.$$

$$\hat{p} \pm z_{\alpha/2}\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})/n} = 0,075 \pm 1,96\sqrt{0,075(1 - 0,075)/2000} \approx 0,075 \pm 0,012, \text{ то есть искомый интервал } (0,063; 0,087).$$

Задача 5. Проведена выборка объема $n = 1000$ шт. 120 из них оказались бракованными. Найти доверительный интервал доли бракованных изделий в генеральной совокупности для доверительной вероятности $p = 99\%$.

Определим объем выборки, необходимый для оценки генеральной доли.

Пример 6. Вернемся к примеру 5. Мы получили доверительный интервал $\hat{p} \pm z_{\alpha/2}\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})/n} \approx 0,075 \pm 0,012$. Предположим, что нам нужна ширина доверительного интервала $\pm 0,005$. Каким должен быть тогда объем выборки?

$$z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n} \leq 0,005 \Rightarrow (z_{\alpha/2})^2 \hat{p}(1-\hat{p})/n \leq 0,005^2 = 0,000025 \Rightarrow$$

$$n \geq (z_{\alpha/2})^2 \hat{p}(1-\hat{p})/0,000025 \approx 1,96^2 \times 0,075 \times (1-0,075)/0,000025 \approx 10660,$$

то есть минимальный объем выборки равен 10660.

Так как объем первоначальной выборки равен 2000, то объем новой выборки равен $10660 - 2000 = 8660$ деталей. Находим выборочную долю бракованных изделий \hat{p} для объединенной выборки в 10660 деталей и получаем доверительный интервал для доли бракованных изделий в генеральной совокупности $\hat{p} \pm 0,005$.

Задача 6. Каким должен быть объем выборки в задаче 5, если требуемая ширина доверительного интервала $\pm 0,003$?

Глава 2

ИСПЫТАНИЕ ГИПОТЕЗ

Очень часто генеральная совокупность должна подчиняться некоторым параметрам. Например, фасовочная машина должна наполнять пакеты сахаром по 1 кг. Как узнать, действительно ли генеральная совокупность подчиняется этим ограничениям? С этой целью проводят *испытание гипотез*.

Из генеральной совокупности проводят выборку объема n . Для этой выборки вычисляют нужные характеристики. Затем формулируют две гипотезы: основную H_0 и альтернативную H_1 . Основная гипотеза H_0 — это то утверждение, которое подлежит проверке.

Например, гипотеза H_0 : генеральная средняя $a = 2$. Альтернативная гипотеза H_1 в этом примере может быть сформулирована любым из следующих трех способов:

- а) $H_1: a > 2$ (*правосторонняя проверка*);
- б) $H_1: a < 2$ (*левосторонняя проверка*);
- в) $H_1: a \neq 2$ (*двусторонняя проверка*).

Исследователь задает доверительную вероятность p — величину, которая отражает степень уверенности исследователя в результате испытания. Для односторонней проверки $\alpha = 1 - p$, для двусторонней проверки $\alpha = (1 - p)/2$. Величина $1 - p$ называется *уровнем значимости*.

По α , n в зависимости от вида решаемой задачи по таблицам находят одну (для односторонней проверки) или две (для двусторонней проверки) граничные точки, которые наносят на координатную ось. Порядок нахождения граничных точек показан далее.

По результатам выборки вычисляется величина, называемая *статистикой*. Формула для вычисления статистики зависит от вида решаемой задачи. Значение статистики наносят на координатную ось. В зависимости от взаимного расположения значения статистики и граничных точек возможен один из трех вариантов:

- 1) принимается H_0 ;
- 2) отклоняется H_0 и без всякой проверки принимается H_1 ;
- 3) доказательство является неубедительным, нужно больше данных.

Содержание

Предисловие	3	3.6. Испытание гипотезы для оценки линейности связи	38
Глава 1. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ	6	3.6.1. Испытание гипотезы для оценки линейности связи на основе оценки коэффициента корреляции в генеральной совокупности	38
1.1. Доверительный интервал для генеральной средней a (генеральная дисперсия σ^2 известна)	6	3.6.2. Испытание гипотезы для оценки линейности связи на основе показателя наклона линейной регрессии	39
1.2. Доверительный интервал для генеральной средней a (генеральная дисперсия σ^2 неизвестна)	8	3.7. Доверительные интервалы в линейном регрессионном анализе	41
1.3. Доверительный интервал для генеральной доли	9	3.7.1. Доверительный интервал для показателя наклона линии линейной регрессии	41
Глава 2. ИСПЫТАНИЕ ГИПОТЕЗ	11	3.7.2. Доверительный интервал для среднего значения переменной y при данном значении переменной x	42
2.1. Испытание гипотез на основе выборочной средней при известной генеральной дисперсии σ^2	12	3.7.3. Доверительный интервал для индивидуальных значений переменной y при данном значении переменной x	42
2.2. Испытание гипотез на основе выборочной средней при неизвестной генеральной дисперсии	14	Глава 4. МНОЖЕСТВЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ	44
2.3. Испытание гипотез на основе выборочной доли	15	4.1. Основные предпосылки модели множественной линейной регрессии	44
2.4. Испытание гипотез о двух генеральных дисперсиях	16	4.2. Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии методом наименьших квадратов (МНК)	45
2.4.1. Двухвыборочный F -тест для дисперсии	17	4.3. Стандартные ошибки коэффициентов	47
2.5. Сравнение средних величин двух выборок при известных генеральных дисперсиях	18	4.4. Интервальные оценки теоретического уравнения линейной регрессии	49
2.5.1. Двухвыборочный z -тест для средних (Excel)	19	4.5. Проверка статистической значимости коэффициентов уравнения линейной регрессии	49
2.6. Испытание гипотезы по выборочным средним при неизвестных генеральных дисперсиях	20	4.6. Проверка общего качества уравнения линейной регрессии	50
2.6.1. Случай равенства генеральных дисперсий	21	4.7. Проверка равенства двух коэффициентов детерминации	52
2.6.2. Случай неравенства генеральных дисперсий	23	4.8. Проверка гипотезы о совпадении уравнений регрессии для двух выборок. Тест Чоу	53
2.7. Испытание гипотезы по двум выборочным долям	24	4.9. Регрессия и Excel	55
2.8. Испытание гипотез по спаренным данным	26	Глава 5. ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧНОСТЬ	58
2.8.1. Парный двухвыборочный t -тест для средних	27	5.1. Тест ранговой корреляции Спирмена	58
2.9. Непараметрические испытания	28	5.2. Тест Голдфелда-Квандта	60
Глава 3. ПАРНАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ	32	5.3. Смягчение проблемы гетероскедастичности. Метод взвешенных наименьших квадратов (ВНК)	61
3.1. Простая модель линейной регрессии	32	5.3.1. Метод взвешенных наименьших квадратов в случае пропорциональности дисперсии отклонений квадрату независимой переменной	61
3.2. Ошибки	34	5.3.2. Метод взвешенных наименьших квадратов в случае пропорциональности дисперсии отклонений независимой переменной	65
3.3. Коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент детерминации	34	Глава 6. АВТОКОРРЕЛЯЦИЯ	66
3.4. Предсказания и прогнозы на основе линейной модели регрессии	37	6.1. Метод рядов	66
3.5. Основные предпосылки модели парной линейной регрессии ...	37	6.2. Критерий Дарбина-Уотсона	67
		6.3. Методы устранения автокорреляции	68

Глава 7. МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТЬ	71	Глава 22. МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК	128
7.1. Установление мультиколлинеарности	71	22.1. Зачем нужны экспертные оценки?	128
7.2. Методы устранения мультиколлинеарности	72	22.2. Метод Дельфи	129
Глава 8. ФИКТИВНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ	73	22.3. Метод написания сценария	130
Глава 9. НЕЛИНЕЙНЫЕ СВЯЗИ	76	22.4. Использование экспертных оценок в аналитической деятельности	131
Глава 10. ВЫБОР ФОРМЫ МОДЕЛИ	77	22.5. Экспертные системы	132
10.1. Признаки хорошей модели	77	Глава 23. АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В EXCEL	133
10.2. Ошибки спецификации	77	Глава 24. МЕРЫ СВЯЗИ	134
Глава 11. ФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ	79	24.1. Коэффициент Фехнера	134
11.1. Однофакторные модели	79	24.2. Коэффициенты ассоциации и контингенции	135
11.2. Многофакторные модели	82	24.3. Меры связи на основе критерия хи-квадрат	136
Глава 12. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ	84	Глава 25. АНАЛИЗ ФУРЬЕ	139
Глава 13. λ-КРИТЕРИЙ КОЛМОГорова-СМИРНОВА	87	Глава 26. ИНТЕРВАЛЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ	141
Глава 14. ПОРЯДКОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ	91	Глава 27. ИСПЫТАНИЕ ГИПОТЕЗЫ О ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НОВОГО НАБЛЮДЕНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ	142
Глава 15. T-КРИТЕРИЙ ВИЛКОКСОНА	93	Глава 28. ВЫБОР МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	144
Глава 16. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ	95	Глава 29. Q-КРИТЕРИЙ РОЗЕНБАУМА	146
16.1. Однофакторный дисперсионный анализ	95	Глава 30. U-КРИТЕРИЙ МАННА-УИТНИ	148
16.2. Двухфакторный дисперсионный анализ	98	Глава 31. H-КРИТЕРИЙ КРУСКАЛА-УОЛЛИСА	150
Глава 17. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ	102	Глава 32. S-КРИТЕРИЙ ДЖОНКИРА	152
17.1. Анализ аддитивной модели	102	Глава 33. G-КРИТЕРИЙ ЗНАКОВ	154
17.2. Анализ мультипликативной модели	106	Глава 34. χ^2-КРИТЕРИЙ ФРИДМАНА	156
17.3. Преимущества и недостатки метода скользящей средней	109	Глава 35. L-КРИТЕРИЙ ТЕНДЕНЦИЙ ПЕЙДЖА	159
Глава 18. ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ СГЛАЖИВАНИЕ	111	Глава 36. ϕ^*-КРИТЕРИЙ ФИШЕРА	161
18.1. Простая модель экспоненциального сглаживания	111	Глава 37. БИНОМИАЛЬНЫЙ m-КРИТЕРИЙ	163
18.2. Экспоненциальное сглаживание с поправкой на тренд	112	Глава 38. КРИТЕРИЙ КОХРАНА	165
Глава 19. КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПРОГНОЗ	114	Глава 39. КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ	166
Глава 20. ЛИНЕЙНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ	116	Ответы	169
20.1. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости	116	Программа учебного курса «Эконометрика»	171
20.2. Условные средние	116	Задачи для контрольной работы по курсу «Эконометрика»	175
20.3. Выборочные уравнения регрессии	117	Литература	187
20.4. Оценка коэффициента корреляции	121		
Глава 21. СИСТЕМЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ УРАВНЕНИЙ	122		
21.1. Составляющие систем одновременных уравнений	122		
21.2. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК)	123		
21.3. Проблема идентификации	125		
21.4. Необходимые условия идентифицируемости	126		
21.5. Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК)	127		