МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Менеджмент»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ

Методические указания
к выполнению практических работ
для студентов направления 081100.62
«Государственное и муниципальное управление»

Курган 2013

Кафедра: «Менеджмент»

Дисциплина: «Прогнозирование и планирование» (направление 081100.62)

Составила: ст. преподаватель Н. Я. Шешукова

Утверждены на заседании кафедры «27» сентября 2012г.

Рекомендованы методическим
советом университета «21» мая 2013г.

Составлены на основе программы дисциплины «Прогнозирование и планирование» с учетом научно-исследовательской и учебно-методической литературы.

Содержание

Введение

Методические указания являются руководством к выполнению практических работ по дисциплине «Прогнозирование и планирование» студентами направления «Государственное и муниципальное управление» (081100.62).

Целью практических работ является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении курса, формирование (закрепление) навыков работы с научными, учебными и аналитическими материалами, а также умение применять на практике методологию анализа, оценки и прогнозирования социально-экономических процессов и явлений.

Рекомендуемый в методических указаниях список литературы следует считать минимальным. Выполнение некоторых практических работ подразумевает использование в качестве источника статистической информации о социально-экономическом развитии Курганской области и России. Такую информацию содержат официальные периодические статистические издания и публикации, в том числе и на web-сайтах государственных учреждений и органов власти.

Для оценки прогнозного фона могут быть использованы деловые и научные периодические издания, такие как «Вопросы экономики», «Менеджмент в России и за рубежом», «Проблемы прогнозирования», «Проблемы теории и практики управления», «Экономика и жизнь», «Экономист», «Эксперт» и прочие.

1 МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Математико-статистические методы (рисунок 1) представляют собой большую группу методов, хорошо развитых и широко применяемых в практике, благодаря современному развитию компьютерной техники. Данные методы прогнозирования применяются и изолировано, и в составе комплексных методов прогнозирования (прогнозирующих систем).

Рисунок 1 – Основные группы математико-статистических методов прогнозирования

Подавляющее большинство математико-статистических методов прогнозирования основано на анализе рядов динамики (временных рядов). Теоретически любой ряд динамики может быть представлен в виде трех составляющих:

- тренд – основная тенденция развития явления (увеличение либо снижение);
- циклические колебания, в том числе сезонные;
- случайные колебания.

Таким образом, первоначальная задача прогнозиста, после сбора и редукции исходных статистических данных, заключается в проверке динамического ряда на наличие тренда и/или периодических колебаний.

Проверка ряда динамики на наличие тренда может быть проведена по нескольким критериям.

1 Метод средних. Изучаемый ряд динамики (Y_t , $t=1,2,3,\dots T$) разбивается обычно на два равных интервала, для каждого из которых определяется средняя

величина ($\bar{Y}$). При существенном различии средних признается наличие тренда (таблица 1).

Таблица 1 – Пример проверки ряда на наличие тренда методом средних

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_t	16	18	19	19	19	20	19	21	23	26
$\bar{Y}$	18,2					21,8				

2 Критерий Кокса и Стюарта. Весь анализируемый ряд динамики разбивают на три равные по числу уровней группы и сравнивают между собой уровни первой и последней групп. При существенном различии уровней признается наличие тренда (таблица 2).

Таблица 2 – Пример проверки ряда на наличие тренда методом Кокса и Стюарта

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y_t	63	57	56	55	60	54	53	57	49
$\bar{Y}$	57,75			56			61,5		

3 Фазочастотный критерий знаков первой разности (Валлиса и Мура). Наличие тренда в динамическом ряду признается, если этот ряд не содержит фазы, либо содержит их в приемлемом количестве – изменение знака абсолютного цепного прироста (таблица 3).

Таблица 3 – Пример проверки ряда на наличие тренда методом Валлиса и Мура

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_t	16	18	19	19	19	20	19	21	23	26
Δ	-	2	1	0	0	1	-1	2	2	4

В случае, если гипотеза о наличии в динамическом ряду тренда подтверждается указанными выше критериями, целесообразно применить аналитическое выравнивание и выделить тренд, который будет использован как прогнозная модель.

Если гипотеза о наличии в динамическом ряду тренда не подтвердилась, можно провести предварительное сглаживание временного ряда, а затем предпринять попытку обосновать форму прогнозирующей кривой либо построить прогнозную модель на основе методов усреднения.

1.1 ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗА МЕТОДАМИ, ОСНОВАННЫМИ НА УСРЕДНЕНИИ

Метод простого среднего приемлем в тех случаях, когда прогнозируемые процессы стабильны, как и окружение, в котором они существуют. Данный метод совершенно не учитывает тренд и сезонные вариации. В методе простого среднего для создания прогноза на следующий период используется среднее значение всех значимых прошлых наблюдений:

$$Y'_{t+1} = \sum_{t=1}^{T} \frac{Y_t}{T} \quad , \qquad (1)$$

где t – порядковый номер уровня ряда;

T – число уровней в динамическом ряду;

Y'_{t+1} – прогноз на период $t+1$;

Y_t – значение уровня ряда в момент времени t или за период t;

Метод скользящего среднего учитывает тренд и сезонные колебания в большей степени, чем метод простого среднего, так как использует самые последние наблюдения изучаемого явления. Скользящее среднее рассчитывается как среднее арифметическое от фиксированного числа k последовательных уровней ряда:

$$M_t = (Y_t + Y_{t-1} \ldots + Y_{t-k+1})/k, \qquad (2)$$

где k – число членов в скользящем среднем.

Как только новое наблюдение становится доступным, оно включается в усреднение, а наиболее старое, соответственно, исключается. Таким образом, скорость реакции на изменения в структуре данных зависит от числа значений ряда, участвующих в усреднении.

Полученная средняя M_t может использоваться как прогноз на период $t+1$:

$$Y'_{t+1} = M_t. \qquad (3)$$

Скользящая средняя также должна применяться к стабильным данным. Если при расчете ошибок прогнозирования для тестовых данных величины ошибок всегда положительны либо всегда отрицательны, значит, анализируемый ряд динамики имеет тренд. Одним из способов построения прогноза для данных, имеющих тренд, является использование методики двойного скользящего среднего.

Метод двойного скользящего среднего. Прежде всего, вычисляется скользящая средняя первого порядка M_t (6). Для вычисления скользящей средней второго порядка применяется уравнение:

$$M'_t = (M_t + M_{t-1} + M_{t-k+1})/k. \qquad (4)$$

Для того, чтобы построить прогноз, к первичному скользящему среднему прибавляется разница между первичным и вторичным скользящими средними:

$$a_t = M_t + (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t. \qquad (5)$$

Далее вводится дополнительный корректировочный фактор, сходный с коэффициентом наклона, который может меняться для различных диапазонов значений в ряду:

$$b_t = 2(M_t - M'_t)/(k-1). \qquad (6)$$

И, наконец, делается прогноз на р периодов вперед:

$$Y'_{t+p} = a_t + b_t p, \qquad (7)$$

где k – количество периодов основания, задействованных в скользящем среднем;

p – количество периодов упреждения, на которое делается прогноз.

Метод экспоненциального сглаживания. При построении прогноза методом экспоненциального сглаживания, применяется взвешенное скользящее усреднение ВСЕХ данных предыдущих наблюдений. При этом веса в экспоненциальных средних устанавливаются, так что более поздним событиям присваивается больший вес, чем более ранним. Веса при этом затухают экспоненциально (см. рисунок 2) и представляются в виде следующих коэффициентов:

$$\alpha,\ \alpha(1-\alpha),\ \alpha(1-\alpha)^2,\ \alpha(1-\alpha)^3, \ldots и\ т.д.,$$

где α - постоянная, $0< \alpha \le 1$

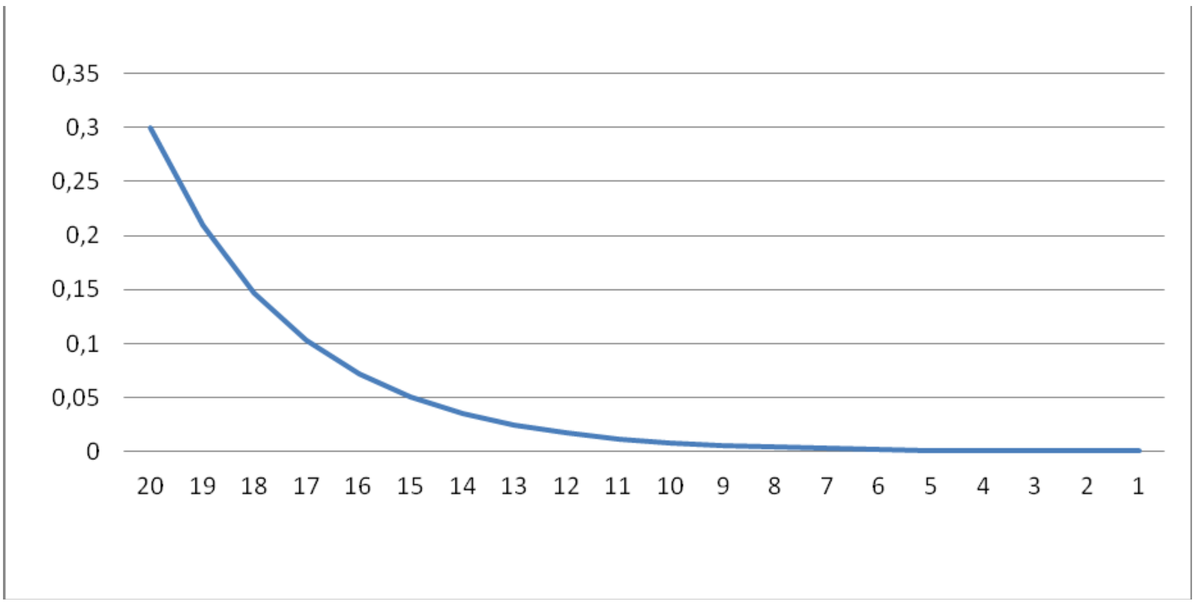


Рисунок 2 – Пример затухания весов при $\alpha=0,3,\ t = 1, 2, 3, \ldots,20$

Пусть имеется некоторый временной ряд данных

$$Y_t,\ t = 1, 2, 3, \ldots, T.$$

Из этого ряда с помощью оператора сглаживания α можно получить сглаженный ряд:

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}, \text{ где } S_0=0 \qquad (8)$$

В качестве прогнозного значения на период $t+1$ может быть принято сглаженное значение для периода t:

$$Y'_{t+1} = S_t. \tag{9}$$

Чтобы подчеркнуть суть такого прогнозирования, преобразуем уравнение (8) и представим в следующем виде:

$$Y'_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)Y'_t,$$
$$Y'_{t+1} = \alpha Y_t + Y'_t - \alpha Y'_t,$$
$$Y'_{t+1} = Y'_t + \alpha(Y_t - Y'_t). \tag{10}$$

Таким образом, прогноз на период $t+1$, вычисленный методом экспоненциального сглаживания – это старый прогноз с уточнением в виде произведения весового коэффициента α на ошибку последнего прогноза.

Английский математик Р. Браун показал, что дисперсия экспоненциальной средней меньше дисперсии временного ряда и зависит от величины параметра α. При высоком значении α дисперсия экспоненциальной средней незначительно отличается от дисперсии ряда. С уменьшением α дисперсия экспоненциальной средней сокращается, возрастает ее отличие от дисперсии ряда. Тем самым экспоненциальная средняя начинает играть роль «фильтра», поглощающего колебания временного ряда.

Таким образом, если необходима быстрая реакция на изменения уровней временного ряда, целесообразно увеличивать вес более свежих наблюдений, то следует увеличивать значение α. Для большего сглаживания случайных колебаний величину α нужно уменьшить. Эти два требования находятся в противоречии. Поиск компромиссного значения параметра сглаживания α составляет задачу оптимизации модели.

Обычно используется значение параметра α в диапазоне от $0,1$ до $0,5$. При этом его величина зависит от периода упреждения прогноза. С увеличением периода упреждения более поздней информации следует присваивать меньший вес, т.е. параметр α уменьшается.

В специальной литературе предлагается следующая таблица (таблица 4), с помощью которой можно выбрать параметр α:

Таблица 4 – Рекомендуемое значение параметра α

Число уровней ряда (T)	39	19	8	6
Рекомендуемое значение параметра α	0.05	0.1	0.2	0.3

Иногда поиск этого значения параметра осуществляется путем перебора. В этом случае в качестве оптимального выбирается то значение α, при котором получена наименьшая дисперсия. В общем, многое зависит от целей прогнозирования в каждом конкретном случае, от первоначальных гипотез прогнозиста.

При прогнозировании также используются экспоненциальные средние более высоких порядков, получаемые путем многократного сглаживания. Так как оператор сглаживания можно вновь применить к сглаженным значениям:

$$S^{(1)}_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)S^{(1)}_{t-1},$$
$$S^{(2)}_t = \alpha S^{(1)}_t + (1 - \alpha)S^{(2)}_{t-1},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$S^{(N)}_t = \alpha S^{(N-1)}_t + (1 - \alpha)S^{(N)}_{t-1}, \qquad (11)$$

Р. Браун предложил использовать экспоненциальные средние первого и второго порядка для вычисления параметров прогнозирующего полинома. Линейная модель при этом может быть представлена следующим образом:

$$Y'_{T+\tau} = a_0^T + a_1^T \tau, \qquad (12)$$

где τ – количество периодов упреждения.

Коэффициенты a_0^T и a_1^T находят по формулам:

$$a_0^T = 2S_T^{(1)} - S_T^{(2)},$$

$$a_1^T = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_T^{(1)} - S_T^{(2)}) \qquad (13)$$

Рассмотренный метод прогнозирования относится к классу адаптивных. Этот метод широко распространен из-за легкости вычисления. К недостаткам данного метода следует отнести неопределенность критерия выбора параметра α. В целом метод эффективен для краткосрочных прогнозов.

1.2 ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗА НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ВЫРАВНИВАНИЯ

При построении прогноза на основе аналитического выравнивания подразумевается, что развитие явления зависит только от течения времени. В итоге получают проявляющийся во времени результат действия всех причинных факторов. Трендовая модель при этом имеет следующий вид:

$$Y_t = f(t) + \varepsilon_t, \qquad (14)$$

где $f(t)$ – уровень, определяемый тенденцией развития явления;

ε_t – случайное и циклическое отклонение от тенденции.

Функцию $f(t)$ выбирают таким образом, чтобы она давала содержательное объяснение изучаемого процесса.

Наиболее часто в прогнозировании деловой среды используются кривые роста трех типов:

- без предела роста;
- с пределом роста;
- с пределом роста и точкой перегиба.

Для описания процессов без предела роста чаще всего служат следующие функции:

линейная $f(t) = a + bt$;

параболическая $f(t) = a + bt + ct^2$;

экспоненциальная $f(t) = e^{a+bt}$.

Линейная зависимость выбирается в тех случаях, когда в исходном ряду динамики наблюдается более или менее постоянные цепные приросты, не проявляющие тенденции ни к увеличению, ни к снижению (таблица 5).

Таблица 5 – Постоянство цепных приростов при линейной зависимости

t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*
$f(t) = a + bt$	*a*	*a+b*	*a+2b*	*a+3b*	*a+4b*
Δ	-	*b*	*b*	*b*	*B*

Параболическая зависимость используется, когда абсолютные цепные приросты сами по себе обнаруживают некоторую тенденцию развития, но абсолютные цепные приросты абсолютных цепных приростов (разности второго порядка) никакой тенденции развития не проявляют (таблица 6).

Таблица 6 – Постоянство цепных приростов второго порядка при параболической зависимости

t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*
$f(t) = a + bt + ct^2$	*a*	*a+b+c*	*a+2b+4c*	*a+3b+9c*	*a+4b+16c*
Δ	-	*b+c*	*b+3c*	*b+5c*	*b+7c*
Δ'	-	-	*2c*	*2c*	*2c*

Даже если тренд хорошо описывается параболой второй степени, то для долгосрочного прогноза в экономике он, как правило, не пригоден. Например, производство мяса в России за период 1983-1995 годы характеризовалось уравнением параболы:

$$Y'_t = 9{,}7133 - 0{,}1593t - 0{,}0817t^2,$$

при $t=0$ для 1989 года. Исходя из этого уравнения, уже в 2000 году производство мяса принимает отрицательное значение (-1,9247), хотя ошибка аппроксимации составляла всего 3,3%.

Парабола второй степени может означать смену тенденции за рассматриваемый период времени (рост сменяется спадом или наоборот). Это, как правило, связано с новым этапом развития явления. Предвидеть, насколько долго продлится характер тенденции, проблематично, однако для краткосрочного прогноза данная функция может быть применена.

Экспоненциальные зависимости применяются, если в исходном ряду динамики наблюдается более или менее постоянный относительный рост (устойчивость цепных темпов роста, темпов прироста, коэффициентов роста) (таблица 7).

Таблица 7 – Постоянство цепных приростов при линейной зависимости

t	0	1	2	3	4
$f(t)=e^{a+bt}$	e^{a+b}	e^{a+2b}	e^{a+3b}	e^{a+4b}	e^{a+5b}
Коэффициент роста	-	e^{b}	e^{b}	e^{b}	e^{b}

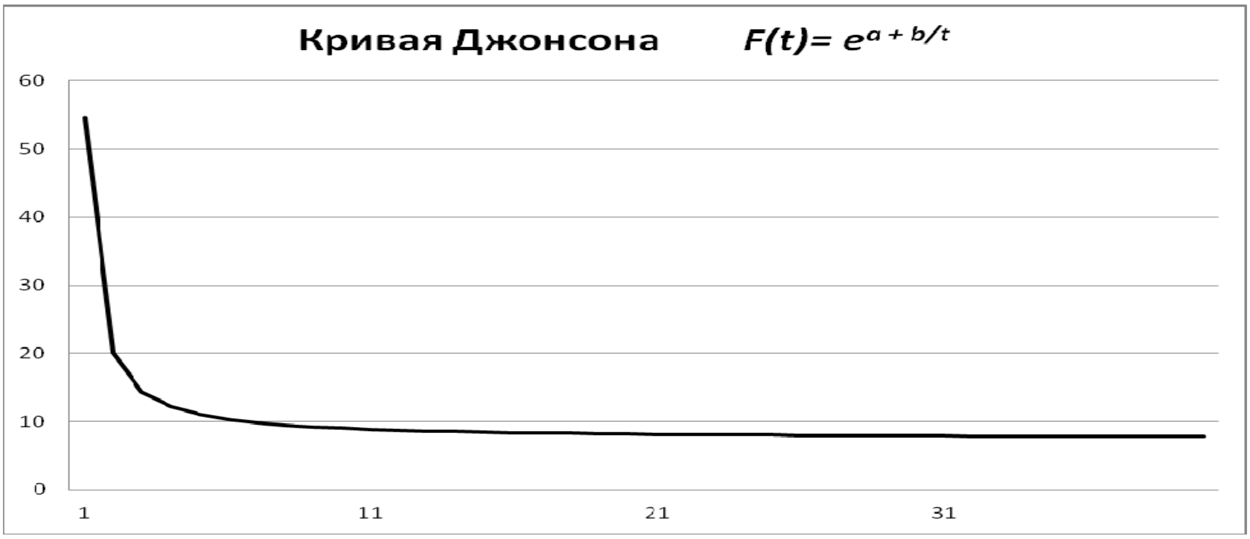
Следовательно, если динамика прибыли характеризуется уравнением вида: $Y'_t=e^{2.603+0.405t}$ или $Y'_t=13{,}5+1{,}5^t$, то

ежегодно прибыль в среднем возрастает на 50%, так как коэффициент роста 1,5. Рост по экспоненте означает геометрическую прогрессию уровней ряда, что в экономике возможно на протяжении небольших периодов времени. Поэтому данный вид тренда также используется в основном для разработки краткосрочных прогнозов.

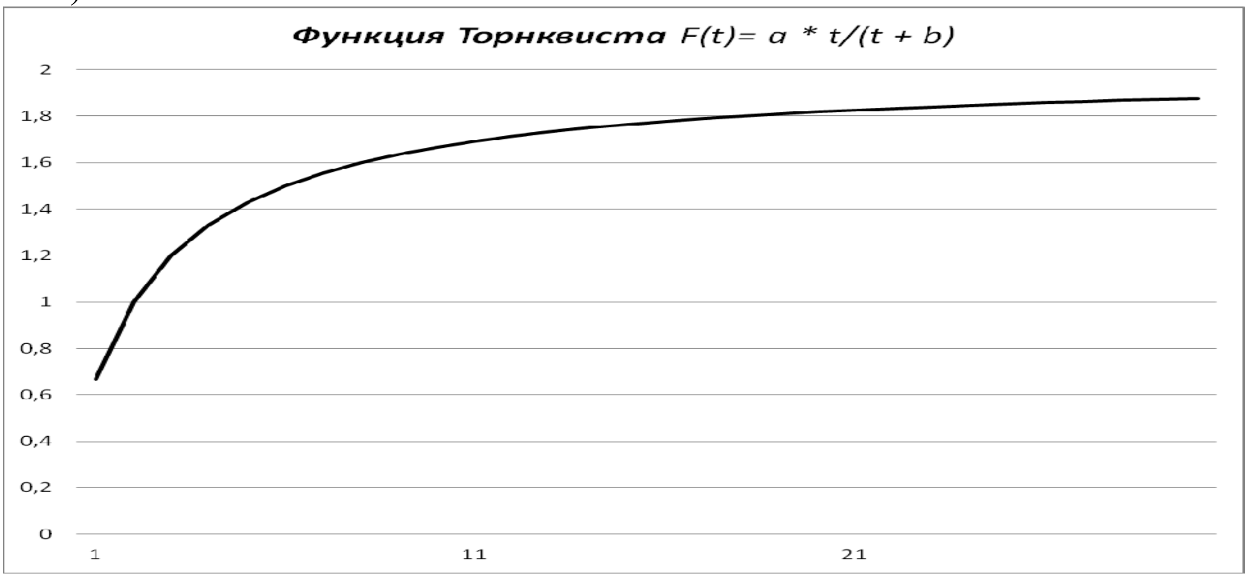
Процессы с пределом роста характерны для многих относительных показателей (например, доля рынка, доля предприятий, перешедших на использование новой технологии, доля затрат на энергоресурсы в общем объеме издержек и т.д.).

Для описания процессов с пределом роста служат следующие кривые (рисунок 3):

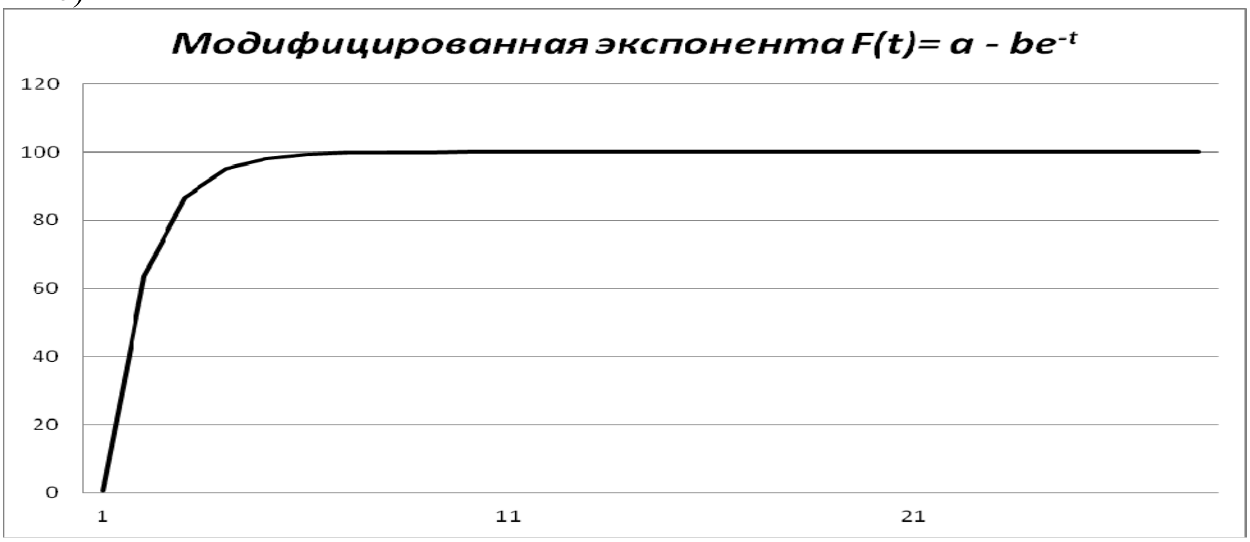
- кривая Джонсона: $f(t) = e^{a + b/t}$ (рисунок 3а);
- кривые Торнквиста: $f(t) = at/(t + b)$ (рисунок 3б);
- модифицированная экспонента: $f(t) = c \pm ab^t$ или $f(t) = a – be^{-t}$ (рисунок 3в).



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Примеры кривых с пределом роста

Данные кривые следует использовать, когда при прогнозе следует учитывать ограничение роста или снижения уровней динамического ряда.

Для описания процессов с насыщением наиболее часто используется модифицированная экспонента (рисунок 3в).

Такие процессы характеризуются постоянным отношением последовательных во времени приростов. Величина этого отношения равна параметру b функции. Параметр a, соответственно, – предел роста (таблица 8).

Таблица 8 – Постоянство отношений последовательных во времени приростов в модифицированной экспоненте

T	0	1	2	3	4
$f(t) = c + ab^t$	$c+a$	$c+ab$	$c+ab^2$	$c+ab^3$	$c+ab^4$
Δ	-	$a(b-1)$	$ab(b-1)$	$ab^2(b-1)$	$ab^3(b-1)$
Δ_t / Δ_{t-1}	-	-	b	b	b

Для описания процессов с пределом роста и точкой перегиба используются S-образные, основанные на модифицированной экспоненте:

- логистическая кривая или кривая Перла–Рида, $f(t) = 1/(c \pm ab^t)$ или $f(t) = c/(1+ae^{-bt})$ (рисунок 4);

- кривая Гомперца $f(t) = ca^{b^t}$.

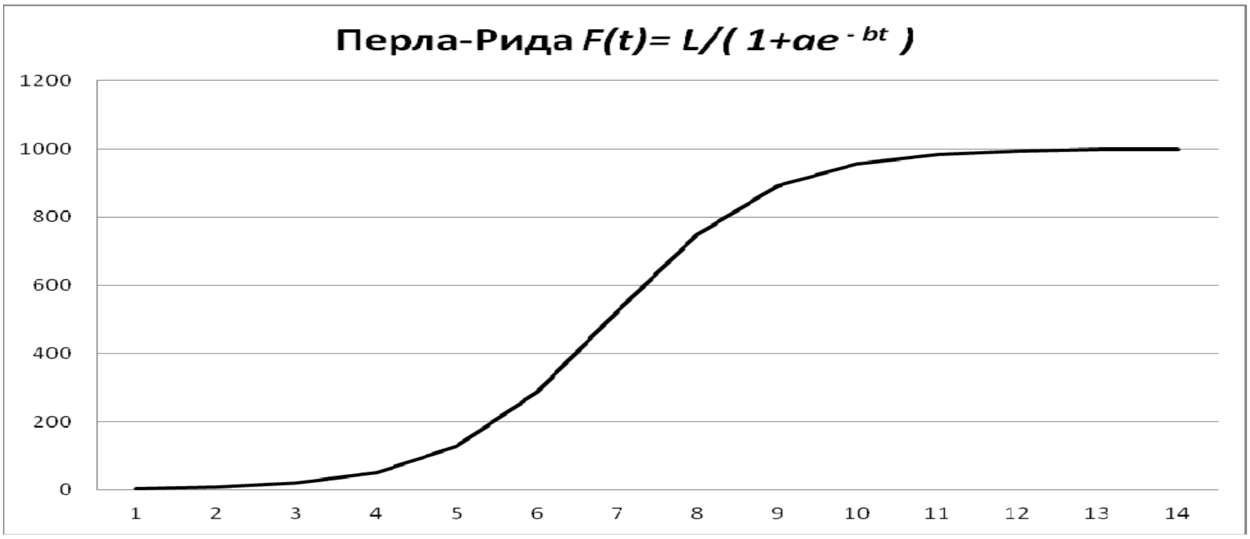


Рисунок 4 – Пример S-образной кривой Перла-Рида ($c=100;\ a=1000;\ b=1$)

Такой тип развития характерен для роста технических характеристик товара или роста эффективности технологии с течением времени. В маркетинге данные кривые используют для моделирования спроса на новые товары и т.д.

Оценка параметров при подборе уравнений трендов

Оценку параметров ($a,\ b,\ c\ \ldots$) рекомендуется осуществлять методом наименьших квадратов. В соответствии с идеей метода наименьших квадратов необходимо минимизировать сумму

$$S = \sum_{t=1}^{T} (f(t) - y_t)^2 \to \min, \qquad (15)$$

где t_i, y_i - значения опытных данных;

$f(t)$ – значение функции в точке t ;

T – число уровней ряда.

В случае линейной эмпирической формулы сумма (2) принимает вид

$$S = \sum_{t=1}^{T}(a + bt - y_t)^2 \to \min, \qquad (16)$$

в случае параболической зависимости – следующий вид:

$$S = \sum_{t=1}^{T}(a + bt \ + ct^2 - y_t)^2 \to \min. \qquad (17)$$

Минимум функции (3), (4) и (5) имеют в тех точках, в которых частные производные от S по параметрам *a, b, c* обращаются в нуль. В результате дифференцирования и элементарных преобразований для определения параметров получают нормальную систему линейных уравнений. В случае линейной эмпирической зависимости составляют нормальную систему двух уравнений с двумя неизвестными *a* и *b*:

$$\begin{cases} b\sum_{t=1}^{T} t^2 + a\sum_{t=1}^{T} t \ = \sum_{t=1}^{T} t \ y_t \\ b\sum_{t=1}^{T} t + an = \sum_{t=1}^{T} y_t \end{cases} . \qquad (18)$$

В случае параболической зависимости нормальная система состоит из трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} c\sum_{t=1}^{T} t_i^4 + b\sum_{t=1}^{T} t_i^3 + a\sum_{t=1}^{T} t_i^2 = \sum_{t=1}^{T} t^2 y_t \\ c\sum_{t=1}^{T} t_i^3 + b\sum_{t=1}^{T} t_i^2 + a\sum_{t=1}^{T} t_i \ = \sum_{t=1}^{T} t \ y_t \\ c\sum_{t=1}^{T} t_i^2 + b\sum_{t=1}^{T} t_i \ + an = \sum_{t=1}^{T} y_t \end{cases} . \qquad (19)$$

В случае экспоненциальной зависимости функцию приводят к линейному виду путем логарифмирования:

$$y = e^{a+bt}$$

$$\ln y = a + bt$$

$$S = \sum_{t=1}^{T}(a + bt - \ln y_t)^2 \ \to \min, \qquad (20)$$

$$\begin{cases} an + b\sum_{t=1}^{T} t = \sum_{t=1}^{T} \ln y_t \\ a\sum_{t=1}^{T} t + b\sum_{t=1}^{T} t^2 = \sum_{t=1}^{T} t \ln y_t \end{cases} \qquad (21)$$

При использовании кривых с насыщением параметры функций модифицированной экспоненты, логистической кривой, кривой Гомперца могут быть оценены МНК, если задана асимптота, к которой стремятся уровни исходного ряда. Так модифицированная экспонента вида $f(t)=c - ab^t$, где c – верхняя асимптота, может быть преобразована в показательную функцию или экспоненту:

$c\text{-}y=ab^t$

$U=c\text{-}y$

$U= ab^t$ – показательная функция, либо

$a=e^a$

$b=e^b$

$U= e^a\ e^b = e^{a+bt}$ – экспонента.

Путем подобных преобразований к линейному виду могут быть приведены функции Перла-Рида и Гомперца.

1.3 ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТРЕНДОВОЙ МОДЕЛИ

Построив уравнение трендовой модели, проводят оценку её надежности. При проведении такой оценки могут быть использованы следующие критерии:

1 Средняя ошибка аппроксимации (mean absolute percentage error)

$$\mathrm{MAPE} = \frac{1}{\mathrm{n}}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{y_t - f(t)}{y_t}\right| \cdot 100\%, \qquad (22)$$

где n – число уровней ряда.

Если средняя ошибка аппроксимации не превышает 5-7%, уравнение тренда хорошо представляет тенденцию временного ряда.

2 Критерий Фишера (F):

$$F_{факт} = \frac{\sigma^2_{факт}(n-k)}{\sigma^2_{ост}(k-1)}, \qquad (23)$$

где k – число параметров функции, описывающей тенденцию (*a, b, c*),

n – число уровней ряда;

$$\sigma^2_{ост} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(f(t)-y_t)^2}{n}$$

$$\sigma^2_{факт} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(f(t)-\bar{y})^2}{n}$$

$$\sigma^2_{y} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t-\bar{y})^2}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^{n}y_t}{n}$$

Фактический уровень ($F_{факт}$) сравнивается с теоретическим, табличным (Приложение А) $F_{теор}$ при $v_1=(k-1)$, $v_2=(n-k)$ степенях свободы и уровне значимости α (обычно α=0,05). Если $F_{факт} > F_{теор}$, то уравнение регрессии значимо, т.е. построенная модель адекватна фактической временной тенденции.

3 Коэффициент детерминации R2:

$$\mathrm{R}^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - f(t))^2}{\sum_{t=1}^{n}(y_t-\bar{y})^2} \qquad (24)$$

Коэффициент показывает, какая доля дисперсии результативного признака объясняется влиянием независимой переменной. Чем ближе R^2 к 1, тем ближе построенная модель к эмпирическим наблюдениям.

Критерий Фишера и коэффициент детерминации связаны между собой:

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

4 Коэффициент автокорреляции остатков Дарбина - Уотсона. При моделировании временных рядов нередко встречается ситуация, когда остатки $\varepsilon_t = y_t - f(t)$ содержат тенденцию (рисунок 5 б, в) или циклические колебания (рисунок 5 г), когда в соответствии с предпосылками МНК остатки должны быть случайными (рисунок 5а).

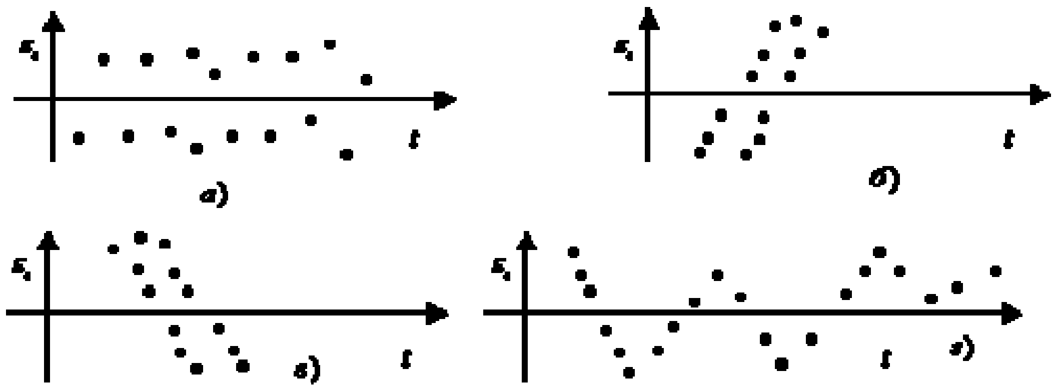


Рисунок 5 – Варианты изменения остатков временного ряда

В том случае, когда каждое следующее значение ε_t зависит от ε_{t-1}, говорят о наличии автокорреляции остатков. Причиной автокорреляции может быть неадекватность выбранной модели прогнозирования.

Существуют два наиболее распространенных метода определения автокорреляции остатков:

1) путем построения графика зависимости остатков ε_t от времени и визуальное определение наличия или отсутствия автокорреляции;

2) использование критерия Дарбина-Уотсона и расчет величины:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n}(\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})}{\sum_{t=1}^{n}\varepsilon_t^2} \,. \tag{25}$$

Если в остатках существует полная положительная автокорреляция, то $d=0$; если в остатках полная отрицательная автокорреляция, то $d=4$; если автокорреляция остатков отсутствует, то $d=2$. Следовательно, $0 \le d \le 4$.

Механизм проверки гипотезы о наличии автокорреляции остатков на основе критерия Дарбина-Уотсона представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Механизм проверки гипотезы о наличии автокорреляции остатков

Положительная автокорреляция остатков. H_0 отклоняется с вероятностью $P=(1\text{-}\alpha)$, принимается гипотеза H_1	Зона неопределенности	Автокорреляция остатков отсутствует. Нет оснований отклонять H_0	Зона неопределенности	Отрицательная автокорреляция остатков. H_0 отклоняется с вероятностью $P=(1\text{-}\alpha)$, принимается гипотеза H_1*
0 dL dU 2 4-dU 4-dL 4				

Алгоритм выявления автокорреляции остатков на основе критерия Дарбина-Уотсона следующий. Выдвигается гипотеза H_0 об отсутствии автокорреляции остатков. Альтернативные гипотезы H_1 и H_0* состоят, соответственно, в наличии положительной или отрицательной автокорреляции в остатках. Далее по специальным таблицам (Приложение В) определяются критические значения критерия Дарбина-Уотсона d_L и d_U для заданного числа наблюдений n, числа независимых переменных модели k и уровня значимости α. По этим значениям числовой промежуток [0;4] разбивают на пять отрезков. Принятие или отклонение каждой из гипотез с вероятностью ($1-\ \alpha$) производится на основе данных, приведенных в таблице 9.

Если фактическое значение критерия Дарбина-Уотсона попадает в зону неопределенности, то на практике предполагают существование автокорреляции остатков и отклоняют гипотезу H_0. Существенное ограничение данного критерия в том, что он дает достоверные результаты только для больших выборок.

1.4 ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗА ПРИ НАЛИЧИИ СЕЗОННОЙ КОМПОНЕНТЫ

В случае, если в анализируемой временной последовательности наблюдаются устойчивые отклонения от тенденции как в большую, так и в меньшую сторону, то можно предположить наличие в динамике показателя колебательных процессов. Это может быть особенно заметным, если развитие рассматриваемого явления имеет сезонный характер (например, производство сельскохозяйственной продукции, теплоэнергии и т.п.).

Анализ сезонных колебаний может производиться различными методами. Самым простым и достаточно эффективным является прогнозирование с помощью индексов сезонности.

Индексы сезонности показывают, во сколько раз фактический уровень ряда в момент или интервал времени t больше среднего уровня (если тренд выделить не удалось) либо уровня, вычисляемого по уравнению тенденции $f(t)$. Для каждого месяца, квартала получают обобщенный индекс сезонности как среднюю арифметическую из одноименных (относящихся к одному и тому же месяцу (кварталу)) индексов каждого года. Способы определения индексов сезонности зависят от наличия или отсутствия основной тенденции.

Если тренд выделить не удалось, то для каждого месяца, квартала:

$$i_{t,сез} = \frac{y_t}{y_{ср}}, \tag{26}$$

где $y_{ср} = \frac{\sum_{t=1}^{n} y_t}{n}$.

Для большего промежутка времени по одноименным месяцам (кварталам)

$$I_{t,сез} = \frac{\sum_{1}^{T} i_{t,сез}}{T}, \tag{27}$$

где T – число лет.

То есть прогнозирование динамического ряда с сезонными колебаниями при отсутствии тенденции сводится к определению среднего уровня ряда с последующей корректировкой при помощи индекса сезонности.

$$y'_{t+1} = y_{ср} \cdot i_{t,сез} \text{ либо } y'_{t+1} = y_{ср} \cdot I_{t,сез} \tag{28}$$

При наличии тренда индекс сезонности определяется на основе методов, исключающих влияние тенденции. Порядок расчета следующий:

1) для каждого уровня определяют выровненные значения по тренду *f(t);*
2) рассчитывают отношения $i_t = \frac{y_t}{f(t)}$;
3) при необходимости находят среднее из этих отношений для одноименных месяцев (кварталов):

$$I_{t,сез} = \frac{i_t^1 + i_t^2 + ... i_t^T}{T}, \tag{29}$$

где T – число лет.

То есть прогнозирование динамического ряда с сезонными колебаниями при наличии тенденции сводится к определению прогнозного уровня ряда по функциональной модели с последующей корректировкой при помощи индекса сезонности.

1.5 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Многомерный статистический анализ (МСА) – раздел математической статистики, развивающий математические методы выявления характера и структуры взаимосвязей явлений, характеризующихся большим количеством различных свойств.

Широкому внедрению в практику организаций методов МСА способствует развитие вычислительной техники и программного обеспечения. Многомерный статистический анализ позволяет решить следующие задачи, возникающие при построении прогноза:

- выявление характера (формы) и силы зависимости между объектами, явлениями или их признаками;
- классификация объектов или их признаков как при задании профиля групп, так и при его отсутствии;
- снижение размерности пространства признаков за счет выявления внутренней структуры в заданной совокупности.

К методам МСА относятся построение линейных и нелинейных моделей множественной регрессии, логистическая регрессия, кластерный анализ, компонентный, факторный, дисперсионный, дискриминантный анализ.

В целях прогнозирования наиболее часто используются:

1) множественный корреляционно-регрессионный анализ предназначен для построения модели, позволяющей по значениям независимых переменных получать прогнозные оценки значений зависимой переменной;

2) метод главных компонент используется для снижения размерности пространства признаков (сокращения числа переменных или редукции данных). Он состоит в том, чтобы среди всего множества признаков наблюдаемых объектов выделить гораздо меньшее число таких, изменчивость которых в значительной степени описывает изменчивость первоначального набора признаков в целом;

3) кластерный анализ позволяет разделить совокупность объектов на классы, в каждых из которых должны входить объекты в определенном смысле однородные или близкие. Кластерный анализ можно использовать также для обоснованной периодизации истории развития изучаемого явления – например, для выделения фаз жизненного цикла.

Выделяют две основных формы проявления взаимосвязи между явлениями – функциональную (полную) и корреляционную (неполную). В первом случае величине факторного признака строго соответствует одно или несколько значений функции. При корреляционной связи каждому значению факторной переменной соответствуют случайно распределенные в некотором интервале значения функции.

Задачи корреляционного анализа сводятся к измерению тесноты взаимосвязи, задача регрессионного анализа – установление формы зависимости.

Связь между зависимой переменной $Y(t)$ и независимыми факторами в количестве m можно охарактеризовать функцией регрессии $Y(t)=f(X1, X2,..., Xm)$, которая показывает, каким будет среднее значение переменной Y, если переменные X примут конкретное значение. Это обстоятельство позволяет применять модель регрессии и для анализа, и для прогнозирования.

В зависимости от количества факторов, включенных в уравнение регрессии, принято различать простую (парную) и множественную регрессии. Уравнения как множественной, так и парной регрессии могут быть линейными и нелинейными.

Строится парная регрессия в случае, когда среди факторов, влияющих на результативный показатель, есть явно доминирующий фактор. Например, зависимость количества заключенных сделок на рынке жилой недвижимости от рыночной цены одного квадратного метра жилья.

Развитие большинства экономических явления зависит от колоссального числа факторов. Но лишь ограниченное их число воздействует на прогнозируемое явление существенно.

Основная цель множественной регрессии – построить модель, отражающую как отдельное, так и совокупное влияние нескольких факторов на развитие прогнозируемого явления.

Факторы, включаемые в модель множественной регрессии, должны отвечать следующим требованиям:

1) должны быть количественно измеримы;
2) не должны быть интеркоррелированы или находиться в функциональной зависимости;
3) в одну модель нельзя включать совокупный фактор и образующие его частные факторы, что может привести к неоправданному увеличенному их влиянию на зависимый показатель, к искажению действительности;
4) количество включаемых в модель факторов не должно превышать одной трети числа наблюдений в выборке.

Отбор факторов обычно осуществляется в две стадии. Первоначальный выбор факторов производится исходя из содержательного экономического анализа, сути прогнозируемого явления проблемы.

На второй стадии с помощью статистико-математических методов выявляются связи между факторными и результирующим признаками; интеркорреляции (т.е. корреляции между объясняющими переменными); определяются параметры регрессии, проводится оценка их значимости.

Простейшим приемом выявления связи между двумя признаками является построение корреляционной таблицы, или поля корреляции (таблица 10).

Таблица 10 – Корреляционная таблица

Y / X	Y_1	Y_2	…	Y_Z	Итого	$\breve{У}_i$
X_1	f_{11}	f_{12}	…	f_{1z}	Σf_{1j}	$\breve{У}_1$
X_2	F_{21}	F_{22}	…	F_{2z}	ΣF_{2j}	$\breve{У}_2$
…	…	…	…	…	…	…
X_K	F_{k1}	F_{k2}	…	F_{kz}	ΣF_{kj}	$\breve{У}_k$
Итого	Σf_{i1}	Σf_{i2}	…	Σf_{iz}	n	$\breve{У}$
$\bar{X}_J$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	…	$\bar{X}_z$	$\bar{X}$	—

fij – частоты, которые показывают количество соответствующих сочетаний. Если *fij* концентрируются около одной из двух диагоналей, имеет место прямая или обратная линейная связь.

Также для количественной оценки тесноты связи широко используют линейный коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\overline{yx} - \bar{x}\,\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \qquad (30)$$

где $\sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - (\bar{y})^2}$; $\sigma_y = \sqrt{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}$; $\overline{y^2} = \frac{\sum y^2}{n}$.

Коэффициент корреляции находится в пределах $-1<r<1$. Его положительное значение свидетельствует о прямой связи, отрицательное – об обратной, т.е. когда растет одна переменная, другая уменьшается. Чем ближе модуль его значения к 1, тем теснее связь. Считается, что связь достаточно сильная, если коэффициент корреляции по абсолютной величине превышает 0.7, и слабой, если меньше 0.3. При равенстве его нулю связь полностью отсутствует.

Из двух явно коллинеарных факторов уравнения регрессии рекомендуется исключить один. Предпочтение при этом отдается тому фактору, который при достаточно тесной связи с результатом имеет наименьшую тесноту связи с другими факторами.

Матрица частных коэффициентов корреляции наиболее широко используется в процедуре отсева факторов.

Рассмотрим пример.

Для некоторой зависимости $y=f(x_1,x_2,x_3)$ задана матрица парных коэффициентов корреляции (таблица 11):

Таблица 11 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	У	x1	x2	x3
У	1			
x1	0,8	1		
x2	0,7	0,8	1	
x3	0,6	0,5	0,2	1

Из таблицы очевидно, что факторы x_1 и x_2 интеркоррелированы. Один из них следует исключить из модели. С одной стороны, корреляция x_2 с y слабее, чем корреляция фактора x_1 с y, с другой стороны, факторы x_1 и x_3 также связаны достаточно тесно. Поэтому целесообразно в уравнение множественной регрессии включить факторы x_2 и x_3, исключив x_1.

Близость абсолютного значения линейного коэффициента корреляции к нулю еще не означает отсутствие связи между признаками. При нелинейном виде модели связь может оказаться достаточно тесной. Оценка тесноты корреляционной зависимости в случае нелинейной регрессии производится с помощью коэффициента детерминации (см. формулу (24) методических указаний).

Как правило, отбор факторов осуществляется либо методом исключения, либо методом включения.

Метод исключения предполагает построение уравнения, включающего всю совокупность переменных, с последующим последовательным (пошаговым) сокращением числа переменных в модели до тех пор, пока не выполнится некоторое, наперед заданное, условие.

Суть метода включения состоит в последовательном включении переменных в модель до тех пор, пока регрессионная модель не будет отвечать заранее установленному критерию качества. Последовательность включения определяется с помощью частных коэффициентов корреляции: переменные, имеющие относительно исследуемого показателя большие значения частного коэффициента корреляции, первыми включаются в регрессионное уравнение.

Модель множественной линейной регрессии имеет вид:

$$y_i = a_0 + a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + ... + a_k x_{ik}$$

или в матричной форме

$$\mathrm{Y} = \mathrm{X}\alpha + \varepsilon$$

Оценкой данной модели по выборке является уравнение в матричной форме

$$Y' = Xa + e \qquad (31)$$

Оценка параметров уравнения регрессии проводится методом наименьших квадратов (в матричной форме):

$$S = (Y - Xa)^T (Y - Xa) \rightarrow \min \qquad (32)$$

Система нормальных уравнений в матричной форме для определения вектора a

$$X^T Xa = X^T Y \qquad \text{с решением}$$

$$a = (X^T X)^{-1} X^{T}{}' Y, \qquad (33)$$

где Y – вектор-столбец значений зависимой переменной;
X – матрица значений объясняющих переменных;
a – вектор неизвестных параметров.

Оценка значимости уравнения регрессии в целом производится с помощью коэффициента детерминации, а также F-критерия Фишера (см. пункт 1.3 методических указаний). Для оценки существенности отдельных коэффициентов используется t-критерий Стьюдента (приложение Б).

2 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ СУЖДЕНИЙ

Организация экспертного опроса начинается с отбора экспертов и формирования экспертных групп. Исходя из сущности прогнозируемого явления, целей опроса, устанавливается специализация экспертов и определяется их количество. На практике количество опрашиваемых экспертов чаще всего 10 - 15 человек, но, как правило, не более 30. Степень согласованности мнений экспертов существенно зависит от уровня их квалификации, способности адекватно оценить состояние и тенденции исследуемого явления.

Отбор экспертов для предварительного формирования комиссии производится по формальным признакам:

- уровень образования, включая спецкурсы и стажировки;
- наличие публикаций по соответствующим проблемам, ссылок на опубликованные работы, количество и общий объем опубликованных работ;

- профессия и стаж работы по ней;
- должность и стаж работы на определенных должностях;
- место работы и стаж работы в организации.

Далее проводится пробное тестирование – это метод оценки пригодности экспертов, основанный на данных их письменного опроса на знание той предметной области, в которой предполагается их использование. В специально составленном вопроснике экспертам могут предлагаться вопросы на знание теоретических основ в той или иной сфере, вопросы практического характера. Оценка общего уровня компетентности экспертов производится по доле ответов типа «Не знаю», «Затрудняюсь с ответом», «Трудно сказать». В вопросник могут включаться вопросы на способность к логическому анализу, вопросы, направленные на выявление некоторых психологических характеристик экспертов:

- оценка уровня мотивации экспертов на достижение результата;
- установление совместимости экспертов при работе в группе;
- определение поведенческих особенностей отдельных экспертов: демонстративности, элементов деструктивности или направленности на консолидацию членов группы лидерства либо явного подчинения авторитетам.

По результатам пробного тестирования производится отсев экспертов. Исключаются эксперты:

- с низким уровнем компетентности;
- не мотивированные на выполнение функций эксперта;
- стремящиеся подавить других либо, напротив, склонные к конформизму.

Экспертный метод прогнозирования «Дельфи» разработан американской исследовательской корпорацией Rand Corporation для определения и оценки вероятности наступления тех или иных событий, как правило, отдаленных.

Метод «Дельфи» позволяет обобщать мнения отдельных экспертов в согласованное групповое мнение. Характеризуется тремя особенностями:

а) анонимность экспертов;
б) заочность;
в) использование результатов предыдущего тура опроса;
г) статистическая характеристика группового ответа.

Некоторое количество независимых экспертов (часто несвязанных и не знающих друг о друге) лучше оценивает и предсказывает результат, чем структурированная группа (коллектив) личностей. Это позволяет:

- избежать столкновений между носителями противоположенных позиций;
- исключить групповое влияние и приспособление к мнению большинства;
- проводить опрос экстерриториально (например, посредством электронной почты);
- эксперту изменить свое мнение без публичного объявления об этом.

Опрос проводится в несколько туров. В первом туре проводится постановка проблемы - экспертам рассылается вопрос и предлагается его разбить на подвопросы. Организационная группа отбирает вопросы, встречающиеся наиболее часто. Составляется новый вопросник и опять рассылается экспертам. Их спрашивают: «Можно ли добавить ещё что-то?»;

«Достаточно ли информации»; «Есть ли дополнительная информация по вопросу?». На основе полученных ответов составляется следующий вопросник.

Улучшенный вопросник вновь рассылается экспертам, которым теперь надо дать свой вариант решения, а также рассмотреть наиболее крайние точки зрения, высказанные другими экспертами. Таким образом, выявляются преобладающие суждения экспертов, сближаются их точки зрения. Всех экспертов знакомят с доводами тех, чьи суждения сильно выбиваются из общего русла. Экспертов, чьи оценки сильно отклоняются от среднего значения, просят пересмотреть свои оценки, а также аргументировать их. После этого все эксперты могут менять мнение, а процедура повторяется.

Изучение причин расхождений в оценках экспертов позволяет выявить незамеченные ранее аспекты проблемы и зафиксировать внимание на вероятных последствиях развития анализируемой проблемы или ситуации.

Результатом применения метода «Дельфи» может быть не только готовый прогноз, но и выявление ряда существенных для задачи прогнозирования факторов, составляющих контекст объекта прогнозирования среды. Перечень этих факторов, ранжированных по силе влияния на развитие исследуемого объекта, может быть существенным подспорьем для прогнозиста.

Определение экспертных оценок ведется следующим образом:

1) Каждый эксперт должен независимо от другого выразить количественно важность параметров $x_1, x_2, \dots, x_k$. Для этого экспертам предлагается провести ранжирование параметров по степени убывания важности каждого из них.

То есть каждому из k имеющихся параметров ставится в соответствие ранг $[a_i]$, $i=$ от 1 до k. Если эксперт не может при ранжировании отдать предпочтение какому-нибудь одному из некоторых параметров, например 2 и 3 или 4, 5 и 6, то каждому параметру присваивается один и тот же ранг (называемый «связанным»), представляющий среднюю из соответствующих рангов, например $\frac{2+3}{2}=2{,}5;\quad \frac{4+5+6}{3}=5.$

2) Полученные результаты мнений n экспертов о рангах k параметров сводятся в таблицу (таблица 12).

Таблица 12 – Таблица ранжирования

Факторный признак	Эксперт					Сумма Рангов
	1	…	j	…	n	
1	2	3	4	5	6	7
X1	a_{11}	…	a_{1j}	…	a_{1n}	Σa_{1j}
…	…	…	…	…	…	
Xi	a_{i1}	…	a_{ij}	…	a_{in}	Σa_{ij}
…	…	…	…	…	…	
Xk	a_{k1}	…	a_{kj}	…	a_{kn}	Σa_{kj}
						$\Sigma\Sigma\, a_{ij}$

3) Полученные на основании таблицы оценки значимости параметров имеют смысл только при условии согласованности мнений всех экспертов. Степень согласия мнений экспертов характеризует коэффициент конкордации:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}(n^2(k^3-k) - n\sum_{j=1}^{n} T_j)}. \qquad (34)$$

При этом числитель коэффициента *S* определяется следующим образом:

1) для каждого параметра определяется сумма рангов, выставленных всеми экспертами (столбец 7 таблицы 12);

2) находится общая сумма экспертных оценок для всех параметров (столбец 7 таблицы 12, последняя строка);

3) находится средняя сумма рангов параметров:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{k}$$

4) находится сумма квадратов отклонений сумм рангов факторных признаков от их средней:

$$S = \sum_{i=1}^{k}\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij} - T\right)^2$$

Знаменатель (34) представляет собой гипотетическую сумму рангов, установленных экспертами в случае полной их согласованности. Вычисляется с учетом числа «связанных» рангов:

$$T_j = \sum_{V=1}^{V_j} (t^3{}_{V_j} - t_{V_j}),$$

где t_{V_j} – число одинаковых рангов, выставленных j-тым экспертом при ранжировании.

Если солидарность группы экспертов удовлетворительна W ≥ 0,52, то на основе таблицы ранжирования определяются веса параметров по формуле:

$$V_i = \frac{2}{k}\left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n(k+1)}\right). \qquad (35)$$

Значения весов обладают свойствами: $0 \le V_i \le 1$, $\sum_{i=1}^{k} V_i = 1$.

3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Разработку прогноза методами экстраполяции предлагается проводить в соответствии со следующим алгоритмом:

1) изучить исходные статистические данные. Определить, удовлетворяют ли они требованиям к однородности, сопоставимости, представительности. При необходимости произвести периодизацию исследуемого явления, учитывая внешние по отношению к объекту прогнозирования условия, сложившиеся в рассматриваемый период, произвести редукцию данных.

2) перенести табличные статистические данные в электронную таблицу (программа Microsoft Excel). Построить график (диаграмму). Провести проверку ряда динамики на наличие тренда, прежде всего визуально, затем с помощью методов, предлагаемых в пункте 1 настоящих методических указаний. Работу проводить в программе Microsoft Excel.

3) если наличие тренда подтверждается, следует перейти к этапу 4, если тенденция отсутствует, перейти к этапу 8.

4) анализируя показатели динамики ряда (темпы роста, приросты первого и второго порядка и т.д.), на основе информации, представленной в пункте 1.2 методических указаний, следует выбрать адекватную исходным данным форму кривой. Затем провести оценку параметров модели методом МНК сначала с помощью самостоятельных вычислений, затем в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных» – «Регрессия».

5) сравнить полученные в программе Microsoft Excel результаты с самостоятельными вычислениями. Сделать выводы.

6) изучить регрессионную статистику выведенных в программе Microsoft Excel итогов, оценить надежность построенной прогнозной модели. Если прогнозная модель надежна, следует перейти к этапу 7, если модель не адекватна исходным статистическим данным, перейти к этапу 1.

7) на данном этапе следует исследовать ряд динамики на наличие периодических (сезонных) колебаний – ежемесячных, квартальных. Это нетрудно сделать, рассчитав средние арифметические по одноименным месяцам, кварталам. Работу проводить в программе Microsoft Excel. Если наличие сезонных колебаний установлено, рассчитать индексы сезонности и построить прогнозную модель с учетом тренда и сезонных колебаний (в соответствии с пунктом 1.4). Перейти к пункту 10.

8) на данном этапе следует исследовать ряд динамики на наличие периодических (сезонных) колебаний – ежемесячных, квартальных. Это нетрудно сделать, рассчитав средние арифметические по одноименным месяцам, кварталам. Работу проводить в программе Microsoft Excel. Если сезонных колебаний не обнаружено, перейти к пункту 9. Если наличие сезонных колебаний установлено, рассчитать индексы сезонности и построить прогнозную модель с сезонных колебаний (в соответствии с пунктом 1.4), перейти к пункту 10.

9) применить к исходным статистическим данным методы усреднения (сглаживания), предлагаемые в пункте 1.1. методических указаний. Выбрать метод, наиболее адекватный целям прогнозирования. Обосновать свой выбор. Перейти к пункту 10.

10) рассчитать прогнозные значения показателя. Оценить качество построенной прогнозной модели.

3.1 ЗАДАНИЕ 1 РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА ЦЕН НА СТРОИТЕЛЬНЫЙ КИРПИЧ

Имеются статистические данные, отражающие динамику оптовых цен на строительный силикатный кирпич на территории России за период с начала 2007 г. по июнь 2010 г. (таблица 13). Цены сопоставимы (приведены к 2010 г).

Для целей отраслевого планирования требуется составить прогноз цен на строительный кирпич на второе полугодие 2010 г. разработку прогноза следует производить в соответствии с алгоритмом, представленным в пункте 3 настоящих методических указаний.

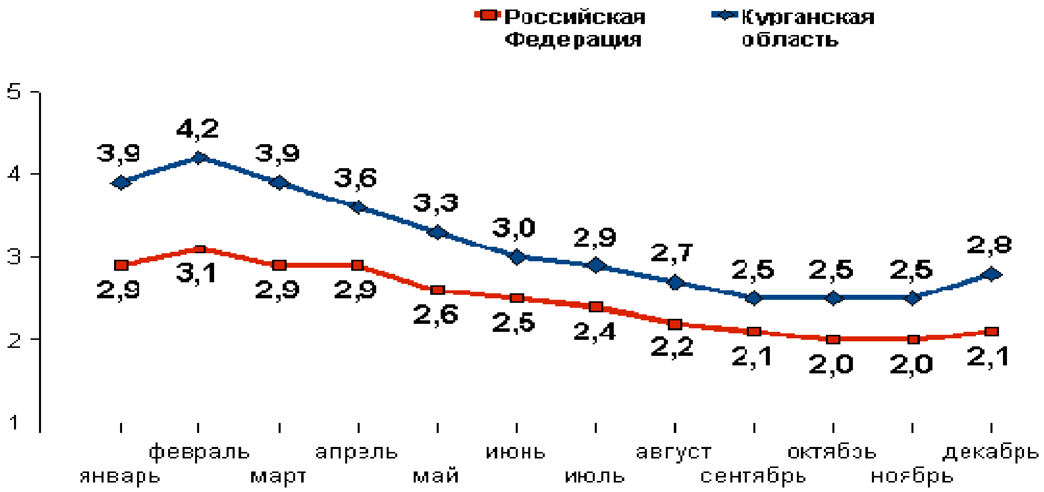
Таблица 13 – Динамика цен на силикатный строительный кирпич

Месяц	Цена, руб за тыс. штук			
	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год
Январь	4210	4300	4280	4150
Февраль	4120	4610	4160	4130
Март	4150	4650	4180	4160
Апрель	4130	4700	4200	4140
Май	4180	4820	4160	4180
Июнь	3810	5110	4190	4180
Июль	3940	5250	4230	-
Август	3920	5200	4180	-
Сентябрь	4030	5330	4150	-
Октябрь	4040	4790	4130	-
Ноябрь	4030	4680	4140	-
Декабрь	4180	4670	4110	-

3.2 ЗАДАНИЕ 2 РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ

Имеются статистические данные, отражающие динамику уровня зарегистрированной безработицы на территории России и по Курганской области за период с начала 2010 г. по июль 2012 г. Статистические данные представлены в виде графиков **а, б, в** на рисунке 6. Для целей отраслевого планирования требуется составить прогноз уровня безработицы на оставшиеся месяцы 2012 г. Разработку прогноза следует производить в соответствии с алгоритмом, представленным в пункте 3 настоящих методических указаний.

а) Уровень зарегистрированной безработицы в 2010 г.



б) Уровень зарегистрированной безработицы в 2011 г.

в) Уровень зарегистрированной безработицы за январь-июль 2012 г.

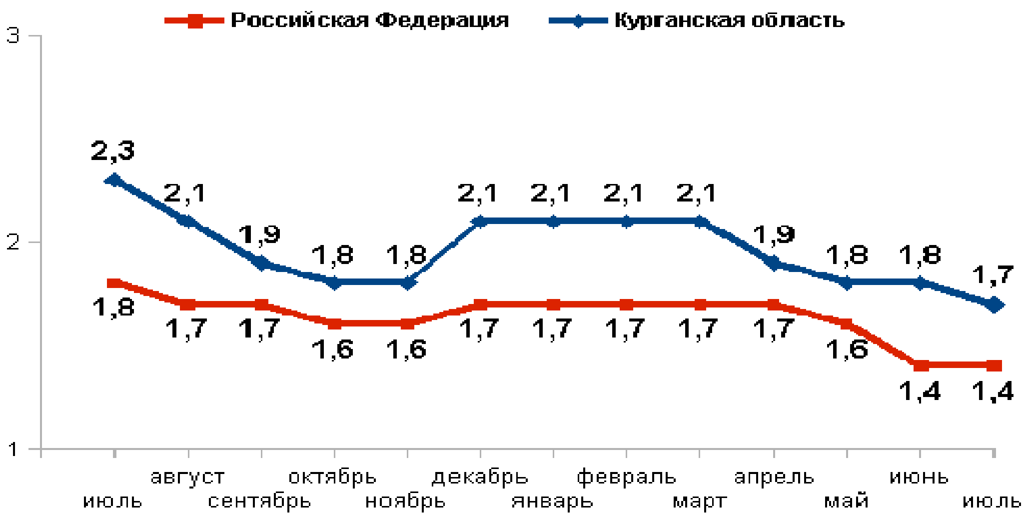


Рисунок 6 – Уровень зарегистрированной безработицы в процентах от экономически активного населения за период с января 2010 г. по июль 2012 г.

3.3 ЗАДАНИЕ 3 РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

Важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического развития Курганской области является достижение высоких показателей развитости малого бизнеса. В этом случае экономика становится менее восприимчивой к кризисным ситуациям, легче приспосабливается к изменению спроса, эффективнее внедряет инновации, повышает свою устойчивость за счет перераспределения рисков, снижается социальная напряженность.

Правительство Курганской области имеет накопленный опыт реализации мер поддержки малого предпринимательства. Особой задачей является определение эффекта от таких мер поддержки, регулирования, а также прогноз эффекта от запланированных мероприятий в перспективе.

На основе статистической информации, полученной от преподавателя, а также собранной самостоятельно, о реализации тех или иных мер господдержки и регулирования, размерах их финансирования, а также статистики, характеризующей тенденции развития малого бизнеса в Курганской области и в России, с помощью многомерного статистического анализа определить наиболее существенные факторы влияния и оценить их вклад в развитие малого бизнеса Курганской области.

Составить прогноз развития малого бизнеса в случае реализации мероприятий, запланированных Правительством Курганской области, с учетом тенденций окружающей среды.

При разработке прогноза рекомендуется придерживаться следующего алгоритма:

1) изучить исходные статистические данные. Определить результирующий фактор – индикатор уровня развития малого бизнеса. Обосновать выбор того или иного показателя. Отобрать показатели, отражающие факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на исследуемое явление (развитие малого бизнеса). Сформулировать гипотезу о взаимосвязи независимых факторов на результирующий. Определить, удовлетворяют ли данные требованиям к однородности, сопоставимости, представительности. Произвести редукцию данных. Перенести статистические данные в электронную таблицу (программа Microsoft Excel).

2) провести корреляционный анализ совокупности динамических рядов с помощью методов, предлагаемых в пункте 1.5 настоящих методических указаний. При необходимости произвести редукцию данных методом включения либо исключения факторов регрессионной модели. Провести повторный анализ взаимосвязей. При необходимости процедуру повторить. Работу проводить в программе Microsoft Excel.

3) провести оценку параметров модели методом МНК в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных» - «Регрессия».

4) изучить регрессионную статистику выведенных в программе Microsoft Excel итогов, оценить надежность построенной прогнозной модели. Если прогнозная модель надежна, следует перейти к этапу 5, если модель не адекватна исходным статистическим данным, перейти к этапу 2.

5) рассчитать прогнозные значения показателя развития малого бизнеса в Курганской области в случае реализации запланированных мероприятий поддержки. Оценить качество построенной прогнозной модели.

3.4 ЗАДАНИЕ 4 РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

В ходе выполнения данной практической работы студентам предлагается выполнить следующее:

- определить набор наиболее существенных факторов, определяющих состояние образовательной сферы в России в настоящий момент;
- оценить тенденции развития (ослабление, усиление) данных факторов на перспективу до 2020 года;
- рассмотреть возможность появления новых существенных факторов;
- составить качественный (описательный) прогноз развития рынка образовательных услуг России на перспективу до 2020 года.

Разрабатывать прогноз предлагается на основе экспертного опроса методом Дельфи. В качестве экспертов могут быть выбраны наиболее успевающие студенты, преподаватели университета. Процедура отбора экспертов, технология проведения опроса, методика определения веса факторов на основе рангов, выставленных группой экспертов, изложены в пункте 1.6 методических указаний.

При проведении практического занятия все студенты группы делятся преподавателем на «экспертов» и «организаторов». Рекомендуемый размер группы организаторов от 5 до 7 человек, количество экспертов от 10 до 15. По мере проведения экспертного опроса преподаватель обеспечивает группу «организаторов» необходимыми бланками анкет (вопросников). Форма и содержание вопросников разрабатывается «организаторами» самостоятельно. Вся документация сохраняется «организаторами» до окончания практического занятия. Обработка анкет, систематизация полученной экспертной информации и её агрегирование осуществляется «организаторами» с помощью компьютера.

Список литературы

1 Абчук, В. А. Моделирование социально-экономических процессов / [Текст] В. А. Абчук. - М.: ЛИБРОКОМ, 2009.
2 Басовский, Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / [Текст] Л.Е. Басовский. - М. : ИНФРА-М, 2010.
3 Блюмин, С. Л., Суханов В. Ф., Чеботарёв С.В. Экономический факторный анализ / [Текст] С. Л. Блюмин, В. Ф. Суханов, С. В. Чеботарёв: монография. – Липецк : ЛЭГИ, 2004.
4 Бутакова, М. М. Экономическое прогнозирование. Методы и приемы практических расчетов / [Текст] М. М. Бутакова. - М. : КНОРУС, 2010.
5 Владимирова, Л. П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка [Текст] : учебное пособие / Л. П. Владимирова. – М.: Дашков и Ко, 2005.
6 Власов, М. П. Моделирование экономических процессов [Текст] / М. П. Власов, П. Д. Шимко. – Ростов- н/Д. : Феникс, 2005.
7 Дуброва, Т. А. Прогнозирование социально-экономических процессов [Текст] / Т. А. Дуброва. - М. : 2010.
8 Зайцев, М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы [Текст] : учебное пособие / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин. – 2-е изд., испр. – М. : Изд-во «Дело» АНХ, 2008.
9 Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS [Текст]: учебное пособие / под ред. И. В. Орловой. – М. : Вузовский учебник, 2009.
10 Просветов, Г. И. Прогнозирование и планирование. Задачи и решения [Текст] / Г. И. Просветов. - М. : Альфа-Пресс, 2008.
11 Статистика [Текст] : учебник / под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Проспект, 2010.
12 Ханк, Д. Э. Бизнес-прогнозирование: С применением Excel и Minitab [Текст] / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райтс. – М. : Вильямс, 2003.
13 Шурыгин, А. М. Математические методы прогнозирования [Текст] / А. М. Шурыгин. – М. : Горячая Линия - Телеком, 2009.

- Периодические издания: «Вопросы экономики»; «Менеджмент в России и за рубежом»; «Проблемы прогнозирования»; «Проблемы теории и практики управления»; «Экономика и жизнь»; «Экономист»; «Эксперт».

14 Интернет-ресурсы:

- Официальный сайт Главного управления по труду и занятости населения Курганской области URL: http://czn.kurganobl.ru/;
- Официальный сайт Департамента экономического развития, торговли и труда Курганской области URL: http://economic.kurganobl.ru/;
- Официальный сайт Министерства экономического развития РФ URL: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/strategicPlanning/regulation/;
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики URL: http://gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/;
- Информационно-издательский центр «Статистика России». URL: http://www.infostat.ru/ru/index.html (дата обращения: 16.01.2012).
- Официальный сайт Правительства Курганской области. URL: http://www.kurganobl.ru (дата обращения: 16.01.2012).
- Официальный сайт Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Курганской области. URL: http://kurganstat.gks.ru.

Приложение А

Таблица А.1 - Значения F-критерия Фишера при уровне значимости α =0,05

k1	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
k2										
1	161,45	199,50	215,72	224,57	230,17	233,97	238,89	243,91	249,04	254,32
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,64	1,28
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
100	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

Приложение Б

Таблица Б.1 - Критические значения t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10; 0,05; 0,01 (двухсторонний)

Число степеней свободы d.f.	α			Число степеней свободы d.f.	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,3138	12,706	63,657	18	1,7341	2,1009	2,8784
2	2,9200	4,3027	9,9248	19	1,7291	2,0930	2,8609
3	2,3534	3,1825	5,8409	20	1,7247	2,0860	2,8453
4	2,1318	2,7764	4,6041	21	1,7207	2,0796	2,8314
5	2,0150	2,5706	4,0321	22	1,7171	2,0739	2,8188
6	1,9432	2,4469	3,7074	23	1,7139	2,0687	2,8073
7	1,8946	2,3646	3,4995	24	1,7109	2,0639	2,7969
8	1,8595	2,3060	3,3554	25	1,7081	2,0595	2,7874
9	1,8331	2,2622	3,2498	26	1,7056	2,0555	2,7787
10	1,8125	2,2281	3,1693	27	1,7033	2,0518	2,7707
11	1,7959	2,2010	3,1058	28	1,7011	2,0484	2,7633
12	1,7823	2,1788	3,0545	29	1,6991	2,0452	2,7564
13	1,7709	2,1604	3,0123	30	1,6973	2,0423	2,7500
14	1,7613	2,1448	2,9768	40	1,6839	2,0211	2,7045
15	1,7530	2,1315	2,9467	60	1,6707	2,0003	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,9208	120	1,6577	1,9799	2,6174
17	1,7396	2,1098	2,8982	00	1,6449	1,9600	2,5758

Таблица Б.2 - Критические значения корреляции для уровневой значимости 0,05 и 0,01

d.f.	α = 0,05	α = 0,01	d.f.	α = 0,05	α = 0,01
1	0.996917	0,9998766	17	0,4555	0,5751
2	0,95000	0,99000	18	0,4438	0,5614
3	0,8783	0,95873	19	0,4329	0,5487
4	0,8114	0,91720	20	0,4227	0,5368
5	0,7545	0,8745	25	0,3809	0,4869
6	0,7067	0,8343	30	0,3494	0,4487
7	0,6664	0,7977	35	0,3246	0,4182
8	0,6319	0,7646	40	0,3044	0,3932
9	0,6021	0,7348	45	0,2875	0,3721
10	0,5760	0,7079	50	0,2732	0,3541
11	0,5529	0,6835	60	0,2500	0,3248
12	0,5324	0,6614	70	0,2319	0,3017
13	0,5139	0,6411	80	0,2172	0,2830
14	0,4973	0,6226	90	0,2050	0,2673
15	0,4821	0,6055	100	0,1946	0,2540
16	0,4683	0,5897			

Приложение В

Таблица В.1 - Значения статистик Дарбина-Уотсона при 5%-м уровне значимости

n	K=1		K=2		K=3		K=4		K=5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
6	0.61	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.7	1.36	0.47	1.9	-	-	-	-	-	-
8	0.76	1.33	0.56	1.78	0.37	2.29	-	-	-	-
9	0.82	1.32	0.63	1.7	0.46	2.13	-	-	-	-
10	0.88	1.32	0.7	1.64	0.53	2.02	-	-	-	-
11	0.93	1.32	0.66	1.6	0.6	1.93	-	-	-	-
12	0.97	1.33	0.81	1.58	0.66	1.86	-	-	-	-
13	1.01	1.34	0.86	1.56	0.72	1.82	-	-	-	-
14	1.05	1.35	0.91	1.55	0.77	1.78	-	-	-	-
16	1.10	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.74	1.93	0.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	0.07	1.83

Шешукова Наталья Яшаяевна

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ

Методические указания
к выполнению практических работ
для студентов направления 081100.62
«Государственное и муниципальное управление»

Редактор А.С. Мокина

Подписано в печать 24.10.13	Формат 60х84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 2,25	Уч.-изд. л. 2,25
Заказ 168	Тираж 25	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.