

ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОДБОРЕ УРАВНЕНИЙ ТРЕНДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАЛОГОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ В РЕГИОНАЛЬНЫЙ БЮДЖЕТ ПО СТАТИСТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н.И. Черхарова

*ГОУ ВПО «Байкальский государственный университет
экономики и права», г. Чита*

Рецензент д-р пед. наук, профессор Е.А. Ракитина

Ключевые слова и фразы: прогнозирование налоговых поступлений; прогнозирование по однородной информации; прогнозирование по разнородной информации.

Аннотация: Приводятся результаты прогнозирования налоговых поступлений в региональный бюджет. Прогнозирование налоговых поступлений осуществляется на основе однородной и разнородной информации по данным Управления федеральной налоговой службы по Забайкальскому краю. В качестве показателей используются: общее количество налоговых поступлений, акцизы и налоги на имущество.

Традиционные методы прогнозирования социально-экономических процессов и явлений, основанные на применении аппарата математической статистики, приводят к удовлетворительным результатам лишь в тех случаях, когда тенденции развития прогнозируемого показателя, выявленные на период основания прогноза, сохраняются также и на период упреждения. Если же это условие не выполняется, как, например, в экономике страны в последние годы, точность прогноза можно увеличить путем привлечения, кроме статистических данных, суждений экспертов об ожидаемом поведении изучаемого процесса на прогнозный период.

Однако при использовании традиционного аппарата экспертных оценок [8] информацией о прошлом изучаемых процессов, как правило, пренебрегают. Такой подход представляется односторонним, так как в силу инерционности социально-экономических процессов даже в случае изменения их характера в статистических данных о прошлом все же остается полезная информация, которая, наряду с экспертными суждениями, должна учитываться при прогнозировании.

Черхарова Н.И. – старший преподаватель кафедры «Математика», e-mail: cherharova_n_i@mail.ru, ГОУ ВПО «БГУЭП», г. Чита.

Проблема одновременного учета статистической и экспертной информации наиболее просто и формально строго изучена с использованием байесовского подхода [6], однако, в прикладном смысле значимость полученных здесь результатов весьма ограничена, так как в этом случае требуются экспертные знания, относящиеся к параметрам модели и несвойственные специалистам-экспертам.

Другое направление исследований связано с использованием аппарата нечетких множеств для обработки суждений экспертов о значениях прогнозируемого показателя [1]. Однако этот подход ориентирован на случай неопределенных статистических данных, нехарактерных для социально-экономической информации, основанной на строго регламентированной отчетности.

Еще одно направление основано на том, что множество возможных траекторий процесса в будущем строится на основе статистической информации, а эксперты привлекаются на последнем этапе окончательного выбора траектории из множества возможных [2], хотя предпочтительно использовать опыт экспертов и на более ранних этапах. Более перспективен подход, основанный на том, что экспертная информация трансформируется на множество возможных траекторий прогнозируемого процесса, и, в конечном итоге, задача оценивания параметров модели сводится к задаче математического программирования [7]. В данном случае алгоритмы оценивания параметров моделей позволяют построить простые программные средства для решения задач прогнозирования социально-экономических процессов на основе одновременного учета статистической и экспертной информации [5].

В ходе исследования были собраны статистические данные по налоговым поступлениям в бюджет Забайкальского края с 2000 по 2009 гг. (табл. 1).

Для прогнозирования показателей *на основе однородной информации* произведена аппроксимация одним из типов функций:

$$- \text{полиномиальная } y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_nt^n;$$

Таблица 1

Величина налоговых поступлений

Год	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
	млн руб.		
2000	2418	46,6	304,8
2001	4121,5	76,4	465,2
2002	6132,3	163,5	731,4
2003	9223	510,9	700,8
2004	9826	885,3	750,3
2005	9784,6	1051,0	1081,4
2006	10496,3	152,8	1219,2
2007	13265,5	73,9	1586,3
2008	16314,6	70,1	1770,4
2009	16703,3	39,3	2190,3

- экспонента $y = ab^t$;
- кривая Гомперца $\log y = \log k + b^t \log a$;
- логистическая кривая $y = \frac{k}{1 + be^{-at}}$.

Произведена оценка параметров выбранных кривых. Для оценки параметров полиномиальных функций и экспоненты (предварительно приведенной к линейному виду) применен *метод наименьших квадратов*. Приближенное оценивание параметров кривой Гомперца проведено с помощью *метода трех сумм*.

Для аппроксимации данных логистической кривой предлагается оценивание параметров при помощи *регрессии, используя метод Родса*, так как он дал наилучшее приближение к фактическим данным в сравнении с методами Юла, Нейра, метода трех сумм и метода трех точек [9]. В табл. 2 представлены результаты прогнозирования по однородной информации.

Таблица 2

**Прогноз по однородной информации на 2009 г.
на основе данных за 2000–2008 гг.**

Название метода	Параметры уравнения	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
$y = a_0 + a_1t$		16757,0	387,2	1838,5
	a_0	1372,311	286,289	74,819
	a_1	1538,467	10,087	176,365
$y = a_0 + a_1t + a_2t^2$		16628,9		2067,8
	a_0	1244,212	–	304,143
	a_1	1608,339		51,279
	a_2	– 6,987		12,509
$y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$		20448,8		2229,1
	a_0	– 2575,677	–	142,815
	a_1	5266,172		205,763
	a_2	– 875,144		– 24,157
	a_3	57,877		2,444
$y = ab^t$		22042,0	217,2	2308,6
	a	2848,304	152,529	303,5549
	b	1,227	1,035955	1,2249
$\log y = \log k + b^t \log a$		14712,7	13,3	2830,4
	a	0,1538	0,03067	24658,4
	b	0,7059	– 0,98448	1,018035
	k	15583,09	262,0531	0,01586
$y = \frac{k}{1 + be^{-at}}$		15963,7	117,8	1839,1
	a	0,6654	1,2255	0,49436
	b	26,1798	769,6128	5,57598
	k	15608,45	164,3889	1957,8646

О точности прогноза принято судить по величине ошибки прогноза. Для оценки точности и надежности прогноза по каждой модели рассчитаны абсолютные и относительные отклонения. Однако при определении прогностических значений того или иного явления с помощью экстраполяции наибольший интерес представляет не сама экстраполяция, а определение доверительных интервалов прогноза. В самом деле, точное совпадение фактических данных и прогностических точечных оценок, полученных путем экстраполяции кривых, характеризующих тенденцию, – явление маловероятное. Погрешность, полученная при экстраполировании тренда, может быть отражена в виде доверительного интервала прогноза. Однако здесь следует отметить, что при применении некоторых видов статистических моделей, с помощью которых производится прогноз, доверительные интервалы получить нельзя. Так для кривой Гомперца и логистической кривой доверительные интервалы вычислить не удалось. А для показателя «Акцизы» доверительные интервалы считать вообще не имеет смысла, так как отклонение по любой кривой слишком велико. Результаты расчета относительных отклонений прогнозных значений от фактических, а также расчеты доверительных интервалов представлены в табл. 3 и 4.

На основе данных табл. 3 и 4 следует сделать вывод, что для прогнозирования общего количества поступлений по однородной информации можно использовать линейную функцию, а для налога на имущество –

Таблица 3

Относительные отклонения прогнозных значений, полученных по однородной информации, от фактических значений показателей, %

Наименование налога Название метода	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
Линейная функция	0,3	885,2	16,06
Квадратичная функция	0,4	–	5,6
Кубическая функция	22,4	–	1,8
Экспонента	32,0	452,7	5,4
Кривая Гомперца	11,9	66,2	29,2
Логистическая кривая	4,4	199,7	16,0

Таблица 4

Доверительные интервалы прогноза

Наименование налога Название метода	Доверительный интервал			
	налоговых доходов, всего		налога на имущество	
Линейная функция	14163,9	19350,1	1555,7	2121,3
Квадратичная функция	12872,5	20385,3	1769,8	2365,7
Кубическая функция	14675,7	26221,8	1597,5	2860,8
Экспонента	12868,9	37753,6	1668,7	3193,9

квадратичную. Для остальных кривых либо отклонение большое, либо доверительный интервал слишком широкий, либо фактическое значение в него не попадает. Для прогнозирования акцизов ни одна кривая не подошла.

Следует также заметить, что ранее нами был построен ретроспективный прогноз на 2008 г. по данным 2000–2007 гг., согласно которому для аппроксимации налоговых показателей целесообразно использовать совсем другие функции, нежели по данному прогнозу. Это подтверждает тот факт, что невозможно прогнозировать количество налоговых поступлений исключительно по статистической информации. Необходимо выполнять прогнозирование при дополнительном привлечении экспертной информации.

Рассмотрим прогнозирование налоговых поступлений на основе разнородной информации.

Для начала был произведен отбор экспертов, в результате которого нами были отобраны 3 эксперта, получившие наивысший коэффициент доверия. В табл. 5 представлены суждения экспертов о налоговых поступлениях в 2009 г.

При построении прогноза на 2009 г., в зависимости от того противоречивы мнения экспертов или нет, применяется соответствующая модель [4]. Для прогнозирования на основе противоречивых экспертных суждений, каждому суждению присваивается коэффициент правдоподобия в зависимости от степени доверия экспертам: коэффициент правдоподобия 1-го и 2-го высказываний 0,9; 3-го – 0,8. Для построения прогноза на основе противоречивых экспертных суждений применяется вероятностная модель.

В ходе решения проверяется существование вероятностной согласованной меры. В случае, если вероятностная согласованная мера отсутствует, ставится задача отыскания вероятностной меры, наиболее близкой к правдоподобию. Для оценки параметров модели решается задача линейного программирования [3, 4].

Для прогнозирования с помощью кривых, имеющих асимптоты, эксперты помимо величин налоговых поступлений задают нижнее предельное

Таблица 5

Экспертные суждения о поступлениях в 2009 г.

Эксперт	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
Эксперт 1	Значение показателя будет от 16500 до 18000	Значение показателя будет в интервале 30–50.	Значение показателя будет > 2300
Эксперт 2	Значение показателя будет больше, чем в 2008 г.	Значение показателя будет меньше, чем в 2008 г.	Значение показателя будет > 2000
Эксперт 3	Значение показателя будет больше уровня 2008 г., но не более, чем на 30 %	Значение показателя будет > 37	Значение показателя будет < 2200
Итог по суждениям экспертов	16500–18000	37–50	Суждения противоречивы

значение кривой Гомперца и верхнее предельное значение логистической кривой (параметр k в уравнениях кривых).

Результаты прогнозирования по разнородной информации представлены в табл. 6.

Прогнозные значения, полученные при противоречивых экспертных суждениях, ни всегда удовлетворяют всем высказываниям экспертов о поведении временного ряда на периоде упреждения, так как данный подход к прогнозированию связан с учетом ошибочных высказываний экспертов.

Для оценки точности прогноза по каждой модели рассчитаны относительные отклонения прогнозных значений от фактических значений показателей. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 6

**Прогноз по разнородной информации на 2009 г.
на основе данных за 2000–2008 гг.**

Название метода	Параметры уравнения	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
$y = a_0 + a_1t$		16500,1	49,93	2300
	a_0	1026,88	212,13	6,5
	a_1	1547,32	- 16,22	229,35
$y = a_0 + a_1t + a_2t^2$		16500,3	37,34	2300
	a_0	435,5	- 37,36	431,5
	a_1	2024,28	92,47	- 25,65
	a_2	- 41,78	- 8,5	21,25
$y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$		17995,9	37,1	2300
	a_0	- 145,99	- 387,8	97,98
	a_1	2864,89	521,89	236,202
	a_2	- 322,67	- 91,88	- 32,47
	a_3	21,76	4,394	3,087
$y = ab^t$		17619,8	48,98	2275,1
	a	3854,784	269,154	309,0295
	b	1,164	0,8433	1,221
$\log y = \log k + b^t \log a$		17879,2	49,94	2665,6
	a	1,021	10,9627	1,125
	b	2,2909	0,679	1,6975
	k	10000	30	1000
$y = \frac{k}{1 + be^{-at}}$		16510,7		1967,3
	a	0,473	-	0,5207
	b	1		1,5611
	k	19000		2350

Относительные отклонения прогнозных значений, полученных по разнородной информации, от фактических значений показателей, %

Название метода \ Название налога	Всего налоговых доходов	Акцизы	Налоги на имущество
Линейная функция	1,2	25,1	5,0
Квадратичная функция	1,2	6,4	5,0
Кубическая функция	7,7	7,0	5,0
Экспонента	5,5	22,8	3,9
Кривая Гомперца	7,0	25,2	21,7
Логистическая кривая	1,2	–	10,2

Данные табл. 7 показывают, что при привлечении экспертных суждений к прогнозированию налоговых поступлений достигнута более высокая точность прогнозов, чем при использовании исключительно статистической информации. Полученные оценки параметров уравнений кривых могут быть далее использованы для получения прогнозных значений на более длительный период упреждения прогноза.

Список литературы

1. Борисов, А.Н. Принятие решения на основе нечетких моделей: примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига : Знание, 1990. – 184 с.
2. Волков, Ю.Н. Диапазонный подход к прогнозированию экономического развития / Ю.Н. Волков, В.В. Токарев // Автоматика и телемеханика. – 1988. – № 6. – С. 13–15.
3. Головченко, В.Б. Прогнозирование временных рядов по разнородной информации / В.Б. Головченко. – Новосибирск : Наука, 1999. – 88 с.
4. Головченко, В.Б. Прогнозирование с использованием разнородной информации / В.Б. Головченко. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2005. – 71 с.
5. Головченко, В.Б. Оценивание параметров эконометрической модели по статистической и экспертной информации / В.Б. Головченко, С.И. Носков // Автоматика и телемеханика. – 1991. – № 4. – С. 123–132.
6. Зельнер, А. Байесовские методы в эконометрии / А. Зельнер. – М. : Статистика, 1980. – 438 с.
7. Клейнер, Г.Б. Оценка параметров имитационных экономико-статистических моделей с учетом априорной количественной информации / Б.Г. Клейнер, Л.Н. Николаева // Экономика и мат. методы. – 1986. – Т. XXII, № 4. – С. 714–721.

8. Литвак, Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа / Б.Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 1982. – 184 с.

9. Четыркин, Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – М. : Статистика, 1975. – 184 с.

Trend's Equation to Forecast the Tax Revenue into the Regional Budget on the Basis of the Statistic and Expert Information

N.I. Cherkharova

Baikal State University of Economics and Law, Chita

Key words and phrases: forecasting made on the basis of different information; tax revenue forecasting.

Abstract: The results of the tax revenue forecasting into the regional budget are given in the article. The forecasting of the tax revenue is made on the different sources of information given by the Federal Tax Department in the Zabaikalsky Kray. The main indexes are: the general amount of the tax revenue, excises, forecasting on the basis of different information.

© Н.И. Черхарова, 2010