

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАЛОГОВЫХ ДОХОДОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

© 2011 О.В. Смоланова*

Ключевые слова: муниципальное образование, местный бюджет, налоговые доходы, множественный регрессионный анализ, метод главных компонент.

Приводится моделирование налоговых доходов муниципальных образований Республики Мордовия на основе разработанного множества обобщенных главных компонент. Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень налоговых поступлений в местные бюджеты.

Современный уровень развития муниципальных образований, усложнение связей и взаимозависимостей между экономическими явлениями обуславливают необходимость развития методологической базы статистической науки, в том числе применения статистических методов многомерного анализа. Моделирование причинно-следственных взаимосвязей, исследование закономерностей формирования массовых социально-экономических процессов являются важнейшими составляющими процесса познания.

Одной из главных задач, стоящих перед муниципальными образованиями, является увеличение собственных источников финансирования за счет налоговых доходов, что способствует повышению самостоятельности и относительной независимости местных бюджетов от вышестоящих бюджетов. Целью данного исследования является моделирование налоговых доходов муниципальных образований с использованием методов статистического анализа.

Регрессионный анализ - это статистический метод исследования зависимости случайной величины (y) от переменных (аргументов) x_j ($j = 1, 2, \dots, k$), рассматриваемых в регрессионном анализе как неслучайные величины, независимо от истинного закона распределения x_j . Обычно предполагается, что случайная величина (y) имеет нормальный закон распределения с условным математическим ожиданием $\bar{y} = \phi(x_j, \dots, x_k)$, являющимся функцией от аргументов x_j и с постоянной, независимой от аргумента дисперсией σ^2 .

Наиболее часто используемая множественная линейная модель регрессионного анализа имеет вид

$$y_i = a_0 + a_1x_{i1} + \dots + a_jx_{ij} + \dots + a_kx_{ik} + \varepsilon_i,$$

где a_j - параметры регрессионной модели; ε_i - случайные ошибки наблюдения, не зависящие друг от друга, имеющие нулевую среднюю и дисперсию σ^2 .

Исходя из целей исследования, в качестве результирующих факторов выбраны пять показателей, характеризующих в общей величине собственные налоговые доходы муниципального образования: Y_1 - налог на доходы физических лиц в расчете на душу населения, руб.; Y_2 - единый налог на вмененный доход в расчете на душу населения, руб.; Y_3 - единый сельскохозяйственный налог в расчете на душу населения, руб.; Y_4 - налог на имущество в расчете на душу населения, руб.; Y_5 - земельный налог в расчете на душу населения, руб.

На основе содержательного экономического анализа, а также с учетом требований представительности и информационной доступности было выделено 26 показателей, оказывающих, по мнению автора, влияние на уровень налоговых доходов муниципальных образований Республики Мордовия: X_1 - доля района по занимаемой территории в регионе, %; X_2 - плотность населения, чел. на 1 кв. км; X_3 - доля численности постоянного населения района в общей численности населения республики, %; X_4 - доля населения трудоспособного возраста, %; X_5 - коэффициенты естественного прироста на 1000 чел.; X_6 - среднесписочная численность работающих, тыс. чел.; X_7 - уровень безработицы к экономически активному населению, %; X_8 - коэффициент напряженности на одну вакансию, чел.; X_9 - среднемесячная заработная

* Смоланова Оксана Владимировна, аспирант Мордовского государственного университета, г. Саранск.
E-mail: smolanova-oksana@yandex.ru.

плата работников предприятий и организаций, тыс. р. X_{10} - просроченная задолженность по заработной плате в расчете на душу населения, тыс. р.; X_{11} - инвестиции в основной капитал, тыс.р. X_{12} - объем работ, выполненных по виду экономической деятельности "строительство", руб. на чел.; X_{13} - ввод жилья в расчете на душу населения, кв. м.; X_{14} - оборот организаций по "хозяйственным" видам экономической деятельности крупных и средних предприятий в расчете на 1 работающего, тыс. р.; X_{15} - отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами в действующих ценах в расчете на 1 работающего в промышленности, тыс. р.; X_{16} - производство мяса в сельхозпредприятиях в расчете на душу населения, кг; X_{17} - производство молока в сельхозпредприятиях в расчете на душу населения, кг; X_{18} - урожайность зерновых культур в с/х организациях по районам, центнеров с 1 га; X_{19} - оборот розничной торговли во всех каналах реализации в расчете на душу населения, тыс. р.; X_{20} - оборот общественного питания в расчете на душу населения, тыс. р.; X_{21} - дебиторская задолженность в

расчете на 1 работающего, тыс. р.; X_{22} - дебиторская задолженность в расчете на 1 работающего, тыс. р.; X_{23} - дебиторская задолженность в объеме дебиторской задолженности, %; X_{24} - доля просроченной части в объеме дебиторской задолженности, %; X_{25} - доля просроченной части в составе задолженности по платежам в бюджет, %; X_{26} - сальдированный финансовый результат крупных и средних предприятий в расчете на 1 работающего, тыс. руб.

вых оценок следует сначала определиться с необходимостью и способом сокращения размерности изучаемого массива данных. Метод главных компонент предназначен для устранения коррелированности между исходными признаками, для сжатия информации, то есть снижения размерности исходного признакового пространства, а также для обнаружения скрытых от непосредственного наблюдения внутренних закономерностей, объективно присущих объектам исследования.

Главные компоненты представляют собой ортогональную систему координат, в которой дисперсии компонент характеризуют их статистические свойства. Задача метода заключается в том, чтобы выделить линейные комбинации случайных величин, имеющих максимально возможную дисперсию. Он опирается на ковариационную или корреляционную матрицу этих случайных величин. Указанные методы широко используются в исследовательской работе, и их общие подходы достаточно широко освещены в научной литературе¹.

В результате проведения компонентного анализа для интерпретации были выбраны пять факторов. Выбор обусловливается относительным вкладом факторов в общую дисперсию исходных признаков, который составляет 73,5 % (табл. 1). Выбор для интерпретации пяти главных компонент подтверждается также критерием Кайзера и Дикмана, согласно которому следует выделять факторы с собственными значениями больше единицы.

Следующим этапом компонентного анализа является нахождение матрицы факторных нагрузок, которая позволят определить, какие из результативных признаков делают наибольший вклад в интегральные показатели, а также их интерпретация (табл. 2, 3).

№ п/п	Собственные значения	Доля общей дисперсии, %	Кумулятивные значения	Накопленная доля общей дисперсии, %
1	8,69	32,45	8,69	32,45
2	4,4	17,06	13,13	50,49
3	2,43	9,34	15,55	59,82
4	1,90	7,33	17,46	67,15
5	1,65	6,34	19,11	73,49

Практика показывает, что применение значительного количества индикаторов часто затрудняет экономико-статистическую интерпретацию результатов статистического анализа. Во избежание получения противоречи-

Таблица 1

Дисперсии, выделяемые факторами (собственные значения) (критерий Кайзера)

Таблица 2

Матрица факторных нагрузок

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
X_1	-0,35	-0,22	0,19	0,18	0,53
X_2	0,96	0,03	0,00	0,09	0,11
X_3	0,95	0,05	0,01	0,09	0,24
X_4	0,34	0,09	0,03	0,11	0,84
X_5	0,54	0,48	0,21	0,08	0,33
X_6	0,94	0,05	-0,03	0,02	0,23
X_7	-0,15	0,06	-0,18	-0,73	-0,08
X_8	-0,19	-0,15	0,17	-0,83	0,04
X_9	0,54	0,46	-0,17	-0,14	0,41
X_{10}	-0,16	-0,24	-0,36	0,28	0,07
X_{11}	0,11	0,80	-0,02	0,02	-0,09
X_{12}	0,70	0,00	0,19	0,10	-0,14
X_{13}	0,75	0,19	0,09	-0,09	-0,17
X_{14}	0,24	0,90	-0,15	-0,06	0,01
X_{15}	0,02	0,84	0,03	-0,06	-0,01
X_{16}	-0,22	0,38	0,23	-0,14	0,24
X_{17}	-0,32	0,15	0,46	0,33	-0,55
X_{18}	0,40	0,66	-0,03	0,11	0,08
X_{19}	0,92	0,18	-0,07	0,17	-0,02
X_{20}	0,93	0,19	-0,11	0,11	0,07
X_{21}	0,17	0,93	-0,18	-0,04	-0,01
X_{22}	0,21	0,83	-0,26	0,24	-0,14
X_{23}	-0,04	-0,34	0,50	-0,62	-0,08
X_{24}	0,01	-0,21	0,88	-0,10	0,00
X_{25}	0,08	-0,10	0,87	0,07	0,12
X_{26}	-0,10	0,79	0,05	0,19	0,04

Таблица 3

Группы показателей, тесно связанные с главными компонентами, и их интерпретация

Главная компонента	Исходные показатели, включенные в группу	
F_1	$X_{11}; X_{14}; X_{15}; X_{21}; X_{22}; X_{26}$	Интегральная характеристика производственной деятельности предприятий муниципальных образований и их финансового состояния
F_2	$X_2; X_3; X_6; X_{12}; X_{19}; X_{20}$	Интегральная характеристика населения муниципальных образований и его обеспеченности товарами и услугами
F_3	$X_{24}; X_{25}$	Интегральная характеристика состояния расчетов хозяйствующих субъектов муниципальных образований
F_4	X_1	Интегральная характеристика территориальной структуры муниципальных образований
F_5	X_{16}	Интегральная характеристика сельскохозяйственной отрасли муниципальных образований

Уравнение регрессии, построенное на главных компонентах, дает определенные преимущества. Во-первых, появляется возможность значительного увеличения числа исходных признаков, участвующих в анализе, при условии введения в регрессионное уравнение небольшого числа лишь значимых главных компонент. Это не усложняет самой модели и одновременно сокращает долю необъясненной дисперсии результативного показателя. Во-вторых, ортогональность глав-

ных компонент предотвращает проявление эффекта мультиколлинеарности.

Методом пошаговой регрессии строится регрессионное уравнение на главных компонентах по данным вектора значений результативного показателя y и матрицы значений главных компонент для всех объектов наблюдения F . При построении подобной модели возникает вопрос об оптимальном составе компонент. На практике рекомендуется получить модель с учетом всех главных компо-

нент. Затем, с учетом вариации оценки надежности регрессионной модели и колебаний регрессионных коэффициентов, число главных компонент может быть снижено. Незначимые для регрессии главные компоненты устанавливаются просто - по величине собственных чисел \check{e}_v или в ходе проверки параметров регрессии по t - или F -критериям.

Компонента исключается из регрессии, когда собственное значение \check{e}_v мало (менее 75-90%) и одновременно несущественно участие i -й компоненты в формировании результата y , или при низких наблюдаемых значениях t - или F -критериев².

В результате проведения регрессионного анализа полученные уравнения на главных компонентах признаются статистически значимыми при $\alpha = 0,05$, так как расчетные значения критерия Фишера больше табличных ($F_p > F_{\alpha}$). Исключением стала регрессионная модель для единого сельскохозяйственного налога (Y_3) ($F_p < F_{\alpha}$).

Наибольшее значение коэффициента детерминации R^2 соответствует показателю налога на доходы физических лиц (Y_1) - 0,940 (табл. 4). Это означает, что 94% вариации

Вариация результирующих показателей Y_2 (единый налог на вмененный доход) и Y_5 (земельный налог) обусловлена на 73% включенными в модель главными компонентами. Единый налог обусловлен влиянием наименьшего значения множественного коэффициента детерминации для показателя Y_3 (единый сельскохозяйственный налог) ($R^2 = 0,168$). Расчетные значения критерия Дарбина - Уотсона свидетельствуют об отсутствии автокорреляции в остаточных величинах.

Таким образом, в результате регрессионного анализа на главных компонентах была получена следующая система уравнений, характеризующая собственные налоговые доходы бюджетов муниципальных образований в Республике Мордовия:

$$\begin{cases} Y_1 = 1542,98 + 526,77F_1 + 273,22F_2 - \\ - 86,55F_3 + 124,81F_5, \\ Y_2 = 226,72 + 99,09F_1, \\ Y_3 = 47,38 + 32,04F_2, \\ Y_4 = 22,43 + 6,28F_1, \\ Y_5 = 367,98 + 67,60F_1 + 48,50F_2 + \\ + 53,22F_4 - 52,15F_5. \end{cases}$$

Таблица 4

Оценка параметров регрессионных моделей налоговых доходов по главным компонентам

Параметры	Результирующие показатели				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
a_0	1542,98	226,72	47,38	22,43	367,98
F_1	526,77	99,09	-	6,28	67,60
F_2	273,22	-	32,04	-	48,50
F_3	-86,55	-	-	-	-
F_4	-	-	-	-	53,22
F_5	124,81	-	-	-	-52,15
R	0,970	0,857	0,410	0,571	0,858
R^2	0,940	0,734	0,168	0,326	0,736
F_p	70,92	57,97	4,25	10,16	12,52
(F_i)	(2,93)	(4,32)	(4,32)	(4,32)	(2,93)
D	2,02	2,82	2,17	2,58	1,88

данного признака обусловлено включенными в модель главными компонентами: интегральным показателем производственной деятельности предприятий муниципальных образований и их финансового состояния, интегральной характеристикой населения и его обеспеченности товарами и услугами, интегральной характеристикой состояния расчетов между хозяйствующими субъектами муниципальных образований, а также интегральным показателем сельскохозяйственной отрасли.

В совокупности наибольшее влияние на налоговые доходы оказывают интегральные показатели F_1 и F_2 , характеризующие, соответственно, производственную деятельность предприятий муниципальных образований и их финансовое состояние, а также население муниципального образования и его обеспеченность товарами и услугами. При увеличении на одно стандартное отклонение первой главной компоненты (F_1) результативный признак Y_1 (налог на доходы физических лиц),

Таблица 5

Оценка $\hat{\alpha}$ -коэффициентов регрессионных моделей налоговых доходов по главным компонентам

β -коэффициенты	Результирующие показатели				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
F_1	0,83	0,86	-	0,57	0,52
F_2	0,43	-	0,41	-	0,37
F_3	-0,14	-	-	-	-
F_4	-	-	-	-	0,41
F_5	0,20	-	-	-	-0,40

изменяется в среднем на 0,83 стандартных отклонений; Y_2 (налог на вмененный доход), изменяется в среднем на 0,86 стандартных отклонений (табл. 5).

Практическое использование разработанных на основе сочетания методов эконометрического моделирования показателей налоговых доходов, составляющих в сумме собственные доходы бюджетов муниципальных образований, позволит улучшить качество принятия решений в части эффективного управления муниципальными финансами и соответственно повысить уровень финансовой самостоятельности и независимости муници-

пальных образований. Широкий диапазон результатов применения подобной формы управленческого воздействия достигается за счет использования при разработке индикаторов статистических показателей, адаптированных к параметрам местных бюджетов.

¹ См.: Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник. М., 1998; Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы для экономистов и менеджеров: учебник. М., 2003.

² Многомерные статистические методы для экономистов и менеджеров: учебник / Ю.В. Сажин [и др]. Саранск, 2008.

Поступила в редакцию 28.03.2011 г.