МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: ФАКТОРНЫЙ АСПЕКТ

© 2007 г.

Ф.Е. Удалов, Ю.В. Сергеева

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

vestnik_nngu@mail.ru

Поступила в редакцию 08.11.2007

Моделирование не является специфическим и свойственным только математике методом научного исследования. Применение моделей распространено повсеместно и проявляется в большом разнообразии форм. Применение математического моделирования в исследовании социально-экономических процессов является привлекательным научным инструментарием. Идея изучать качество жизни населения по его образу (модели) сравнительно недавно, но основательно нашла свое применение в экономической, социальной и политической областях.

Создание модели «качества жизни» из набора показателей системы качества жизни населения усложняется из-за отсутствия общепризнанной системы показателей [1]. В данной методике предлагается использовать показатели, приведенные в табл. 1. Число показателей, включаемых в модель больше двух, поэтому для моделирования будет использоваться модель «множественной регрессии».

Построение уравнения множественной регрессии начинается с решения вопроса о спецификации модели. Она включает в себя два круга вопросов: отбор факторов и выбор вида уравнения регрессии. Факторы, включаемые во множественную регрессию, должны отвечать следующим условиям:

- должны быть количественно измеримы;
- не должны быть интеркоррелированы и находиться в точной функциональной зависимости.

Отбор факторов осуществляется в две стадии: на первой подбираются факторы, исходя из сущности проблемы; на второй – на основе матрицы показателей корреляции определяют t – статистики для параметров регрессии [2] .

Для выбора вида зависимости, из-за четкой интерпретации параметров, наиболее широко используются линейная и степенная функции. В основе линейной модели лежит гипотеза о том, что каждый фактор что-то добавляет или что-то отнимает от значения результативного признака. Уравнение множественной линейной регрессии $y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_m x_m + \varepsilon$. В основе степенной модели лежит гипотеза о том, что каждый из факторов является необходимым для существования результата, а не добавленным к нему. Уравнение множественной степенной регрессии $y = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot ... \cdot x_m^{b_m} \cdot \varepsilon$. По сделанному выше заключению выбирается линейная модель.

В качестве результативного признака y берется субъективная оценка качества жизни населения Нижегородской области в период с 1990 по 2005 г. Оценка рассчитывается по методике, основанной на получении средневзвешенной оценки обобщенного показателя путем последовательной оценки входящих в него единичных показателей и определения их весомости (значимости) в его структуре. Для построения модели не используется субъективная оценка качества жизни лишь потому, что спрогнозировать и предугадать субъективное мнение населения невозможно.

В роли объясняющих факторов x_i выступают показатели из табл. 1, собранные за период с 1990 по 2005 гг. Теоретически регрессионная модель позволяет учесть любое число факторов, но практически в этом нет необходимости. После проведения анализа межфакторной корреляции, число объясняющих факторов осталось 15. Оставшиеся факторы приведены в табл. 2.

Далее методом включения отбираются факторы, которые окончательно войдут в модель.

Отбор начинается с одной наиболее информативной (с точки зрения прогностической точности) объясняющей переменной, затем руководствуясь тем же критерием, отбираем пару наиболее информативных объясняющих переменных, присоединяя к уже найденной одной переменной еще одну, затем таким же образом определяют тройку наиболее информативных объясняющих переменных и т.д. пока дальнейшее включение дополнительных объясняющих переменных не увеличивает прогностической

Таблица 1

Показатели объективной оценки качества жизни населения

Финансово-экономические
1. Инвестиции в основной капитал на душу населения, руб. 2. Минимальный размер оплаты труда, руб. 3. Объем ВРП на душу населения, руб. 4. Стоимость основных фондов отраслей экономики на душу населения, руб. 5. Средний размер назначенных пенсий пенсионеров, стоящих на учете в органах социальной защиты, руб. 6. Среднедушевые денежные расходы населения, руб. 7. Среднедушевые денежные доходы населения, руб.
Медико-экологические
1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на душу населения, кг. 2. Мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений на 10 000 населения, посещений в смену. 3. Число родившихся на 1000 населения 4. Число умерших на 1000 населения 5. Ожидаемая продолжительность жизни 6. Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников на душу населения 7. Численность врачей на 10 000 населения 8. Число больничных коек на 10 000 населения 9. Число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся
Материальное благосостояние
1. Ввод в действие жилых домов на 1000 населения, кв.м. 2. Наличие квартирных телефонов аппаратов сети общего пользования на 100 семей, шт. 3. Наличие собственных легковых автомобилей на 1000 населения, шт. 4. Объем продукции с/х на душу населения, руб. 5. Объем промышленной продукции на душу населения, руб. 6. Площадь квартир, приходящаяся в среднем на одного жителя, кв.м. 7. Среднегодовая численность занятых в экономике, в % от общей численности 8. Удельный вес населения в трудоспособном возрасте, % 9. Численность зарегистрированных безработных, тыс чел
Духовное благосостояние
1. Число зарегистрированных преступлений на 100000 населения, шт. 2. Численность зрителей театров на 1000 населения 3. Численность студентов государственных высших учебных заведений на 10000 населения 4. Численность студентов государственных средних специальных учебных заведений на 10000 населения 5. Число детей, приходящихся на 100 мест дошкольных учреждений 6. Численность учащихся дневных общеобразовательных школ на 10 000 населения 7. Численность учащихся учреждений начального профессионального образования на 10000 населения 8. Библиотечный фонд общедоступных библиотек на 1000 населения, экз.
Социальное благополучие
1. Индекс потребительских цен на продовольственные товары (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), % 2. Индексы потребительских цен на непродовольственные товары (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), % 3. Индексы потребительских цен (тарифов) на платные услуги населению (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), % 4. Средние цены на первичном и вторичном рынке жилья, руб за $м^2$ общей площади 5. Коэффициент демографической нагрузки (на 1000 чел. трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособного возраста на конец года) 6. Уровень бедности (для населения с доходами ниже прожиточного min), % 7. Соотношение min пенсии и прожиточного min, % 8. Соотношение min зар.пл и прожиточного min, %

точности модели. Для каждого нового набора рассчитывается показатель детерминации R^2, который фиксирует долю объясненной вариации результативного признака за счет рассматриваемых в регрессии факторов. При дополнительном включении в регрессию нового фактора коэффициент детерминации должен возрастать, а остаточная дисперсия уменьшаться. Если этого не происходит, и вычисленные коэффициенты детерминации мало отличаются друг от друга, то включаемый в анализ фактор, не улучшает модель и практически является лишним. Насыщение модели лишними факторами не только не увеличивает коэффициент детерминации, но и приводит к статистической незначимости параметров регрессии.

Таблица 2

	Показатель
X_3	Объем ВРП на душу населения, руб.
X_{12}	Ожидаемая продолжительность жизни, лет
X_{13}	Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников на душу населения, кг
X_{16}	Число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся
X_{17}	Ввод в действие жилых домов на 1000 населения, кв.м
X_{23}	Среднегодовая численность занятых в экономике, в % от общей численности
X_{24}	Удельный вес населения в трудоспособном возрасте, %
X_{25}	Численность зарегистрированных безработных, тыс. чел
X_{26}	Число зарегистрированных преступлений на 100000 населения, шт
X_{30}	Число детей, приходящих на 100 мест дошкольных учреждений
X_{33}	Библиотечный фонд общедоступных библиотек на 1000 населения
X_{36}	Индексы потребительских цен (тарифов) на платные услуги населению (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), %
X_{39}	Численность населения с ден. доходами ниже прожиточного min, % от численности
X_{40}	Соотношение среднего размера назначенных пенсий и прожиточного min, %
X_{41}	Соотношение среднемесячной начисленной зар.пл и прожиточного min, %

Получившейся результат представлен следующей моделью:

$$\hat{y} = -74.52+2.76\,X_{24}+1.1\,X_{30} - 0.085\,X_{36} - 1.05\,X_{39} - 0.34\,X_{41}.$$

Практическая значимость полученного уравнения множественной регрессии оценивается с помощью коэффициента множественной корреляции, который характеризует тесноту связи рассматриваемого набора факторов с исследуемым признаком (тесноту совместного влияния факторов на результат) $R = \sqrt{1-\frac{\sigma^2_{ост}}{\sigma^2_y}} = 0.92$. Полученный результат доказывает высокое качество построенной модели.

Статистическая значимость полученных параметров проверяется при помощи *t*-критерия Стьюдента. Фактическое значение *t*-статистик рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{b_i} = \frac{b_i}{m_{b_i}},$$

где b_i – коэффициент регрессии при факторе x_i; m_{b_i} – стандартная ошибка коэффициента регрессии b_i, $t_{b_1} = 3.76$; $t_{b_2} = 6.78$; $t_{b_3} = -2.69$; $t_{b_4} = -3.07$; $t_{b_5} = -3.18$.

Фактические значения *t*-статистик сравниваются с критическим значением, которое берется из таблицы распределения Стьюдента с уровнем значимости α = 0,05 и числом степеней свободы $\upsilon = n - m - 1 = 9$

$$T_{\text{критич.}} = 2.26.$$

Если $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$, то найденный коэффициент статистически значим.

Для всех расчетных *t*-статистик это неравенство выполняется. Следовательно, все коэффициенты уравнения множественной регрессии статистически значимы.

По всем статистическим критериям построенная модель идеально описывает зависимость интегральной оценки объективной составляющей качества жизни населения (ИОКЖН) от выбранных факторов, и с экономической точки зрения она не является абсурдом.

Чтобы построить факторы по силе их воздействия на результат, рассчитываются средние по совокупности показатели эластичности

$$\overline{Э}_{y x_i} = b_i \cdot \frac{\overline{x}_i}{\overline{y}},$$

b_i – параметр регрессии при факторе x_i; $\overline{x}_i$ – среднее значение *i*-го фактора; $\overline{y}$ – среднее значение интегральной оценки объективной составляющей качества жизни населения.

При этом средние значения для рассматриваемых признаков за период с 1990 по 2005 гг. составили

$$\overline{y} = 66.19; \overline{x}_{24} = 57.538; \overline{x}_{30} = 82.44;$$
$$\overline{x}_{36} = 187.37; \overline{x}_{39} = 24.36; \overline{x}_{41} = 203.3;$$
$$\overline{Э}_{y x_{24}} = 2.762 \cdot \frac{57.54}{66.19} = 2.4.$$

С ростом величины удельного веса населения в трудоспособном возрасте на 1% от своей средней величины, размер ИОКЖН в среднем по Нижегородской области возрастет на 2.4% при неизменных значениях других факторов.

$$\overline{Э}_{y x_{30}} = 1.1 \cdot \frac{82.44}{66.19} = 1.37,$$

т.е. увеличением числа детей, приходящихся на 100 мест дошкольных учреждений, на 1% от своей средней величины, размер ИОКЖН в среднем по Нижегородской области возрастет

на 1.37% при неизменных значениях других факторов.

$$\overline{Э}_{y_{x_{36}}} = -0.085 \cdot \frac{187.37}{66.19} = -0.24$$

означает, что с ростом индекса потребительских цен (тарифов) на платные услуги населению (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), на 1% от своей средней величины, размер ИОКЖН в среднем по Нижегородской области снизится на 0.24% при неизменных значениях других факторов.

$$\overline{Э}_{y_{x_{39}}} = -1.05 \cdot \frac{24.36}{66.19} = -0.387$$

означает, что с ростом численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума, на 1% от своей средней величины, размер ИОКЖН в среднем по Нижегородской области упадет на 0.387% при неизменных значениях других факторов.

$$\overline{Э}_{y_{x_{41}}} = -0.34 \cdot \frac{203.3}{66.19} = -1.04$$

означает, что с ростом соотношения среднемесячной начисленной заработной платы и прожиточного минимума на 1% от своей средней величины, размер ИОКЖН в среднем по Нижегородской области упадет на 1.04% при неизменных значениях других факторов.

В данной модели на ИОКЖН наибольшее воздействие оказывает удельный вес населения в трудоспособном возрасте, а наименьшее – индекс потребительских цен (тарифов) на платные услуги населению.

Предлагаемая модель позволяет выявить особенности функционирования такой сложной экономической категории, как «качество жизни» и на основе этого предсказывать будущее поведение исследуемой категории при изменении каких- либо параметров. Возможность прогнозирования, для любого экономического объекта, означает получение лучших результатов или избежание потерь.

Список литературы

1. Эконометрика / Под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2002. 340 с.

2. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. М.: ЦЭМИ РАН, 2000. 118 с.

MODELLING THE POPULATION'S LIFE QUALITY: A FACTORIAL ASPECT

F.E. Udalov, Yu.V. Sergeeva

Modelling is not a specific method of scientific research unique only to mathematics. Models are widely used in most spheres of human activity and exhibit a great variety of forms. Mathematical modelling applied for studying social and economic processes is an attractive research tool. A fairly recent idea to study people's quality of life by means of models has found its application in the research of various economic, social and political aspects.