

Как показал опыт, метод адаптивной линеаризации сочетает в себе высокую скорость сходимости метода Ньютона и высокую надежность сходимости при нулевом первом приближении, аналогично методу деления отрезка пополам («бисекций») с исключением требования к охвату области корня величиной $H^{(n)}$.

Описанный метод решения задачи потокораспределения лег в основу расчетного модуля программного комплекса Hydra'Sym [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985, 276 с.
2. Стрекалов А.В. Системный анализ и моделирование гидросистем поддержания пластового давления. Тюмень: ИФ «Слово», 2002. 324 с.
3. Стрекалов А.В. Математические модели гидравлических систем для управления системами поддержания пластового давления. Тюмень: ОАО Тюменский дом печати, 2007. 664 с.
4. Стрекалов А.В. Свидетельство № 2002611864 о регистрации программы для ЭВМ «Комплекс универсального моделирования технических гидравлических систем поддержания пластового давления (Hydra'Sym)», 2002.

Инна Владимировна ГАЙДАМАК —
ст. преподаватель кафедры
математического анализа и теории функций

Алексей Григорьевич ХОХЛОВ —
доцент кафедры математического анализа и теории функций,
кандидат физико-математических наук

gaydamakiv@mail.ru
Институт математики и компьютерных наук
Тюменский государственный университет

УДК 519.2 (075.8)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

MODELLING OF INTEGRAL INDEXES OF LIFE QUALITY FOR THE SOUTH OF TYUMEN REGION

АННОТАЦИЯ. Построено два индикатора качества жизни населения для муниципальных образований юга Тюменской области. На основе полученных данных проведен анализ текущего состояния качества жизни и динамики рассмотренных интегральных индикаторов.

SUMMARY. Two indicators of life quality were obtained for municipal formations of the south of Tyumen region. Current state of life quality and the evolution of examined integral indicators were analyzed on the basis of the received data.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Интегральный показатель качества жизни населения, метод модифицированной главной компоненты, инструментальные переменные, межрегиональная динамика, автодинамика.

KEY WORDS. Integral index of life quality modified main component method, instrumental variables, interregional dynamics, autodynamics.

За последние десятилетия увеличился поток публикаций, посвященных количественным оценкам качества жизни населения и построению так называемых интегральных индикаторов (показателей) [1], [2], [3]. Однако лишь

немногие индикаторы получили признание, например, индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), полный, кризисный индексы физического развития и др. [4].

В работе построено несколько индикаторов качества жизни населения для муниципальных образований Тюменской области (без автономных округов), на основе полученных данных проведен анализ текущего состояния качества жизни и динамики рассмотренных интегральных индикаторов.

На этапе подготовки статистических данных все показатели были унифицированы, то есть произведено преобразование, в результате которого получены индикаторы, имеющие область значений отрезок $[0,1]$, причем большему значению унифицированного критерия должно соответствовать более высокий уровень качества. Значение 1 соответствует наилучшему качеству, а 0 — наихудшему. Предъявленным требованиям удовлетворяет следующее преобразование:

$$\tilde{x} = \frac{(x - x_{\min}) \cdot I_x + (x_{\max} - x) \cdot (1 - I_x)}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

где x_{\min} и x_{\max} — это минимальное и максимальное значения исходного показателя x , I_x — вспомогательная индикаторная функция, принимающая значение 1, если исходный частный критерий связан монотонно-возрастающей зависимостью с анализируемым интегральным свойством, и значение 0, если зависимость монотонно убывающая.

Таким образом, если первоначально задается набор частных критериев $(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)})$, то в результате указанных преобразований будет получен набор унифицированных критериев $(\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \dots, \tilde{x}^{(p)})$.

Построение интегральной характеристики качества жизни населения методом модифицированной первой главной компоненты

Согласно [5], [6], под интегральной характеристикой качества жизни населения понимается специального вида свертка оценок более частных критериев вида

$$y = \sum_{j=1}^p w_j \cdot \tilde{x}^{(j)}, \quad (2)$$

где w_j — некоторые «весовые коэффициенты», удовлетворяющие условиям: $w_j \geq 0$,

$$\sum_{j=1}^p w_j = 1.$$

Таким образом, задача по определению интегрального индикатора качества жизни сводится к нахождению соответствующих весов (w_1, w_2, \dots, w_p) , отражающих вклад каждого частного критерия в формирование общего индикатора.

Алгоритм нахождения таких значений w_j основывается на методе главных компонент, подробно описанном в [7]. Его суть заключается в следующем.

Составляется ковариационная матрица Σ унифицированных переменных $(\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \dots, \tilde{x}^{(p)})$.

Определяются собственные значения полученной матрицы Σ . Известно, что ковариационная матрица является симметрической и неотрицательно-определенной [7; 101], поэтому ее собственные значения неотрицательны: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ (для удобства дальнейшего изложения упорядочиваются по невозрастанию) и их сумма равна следу матрицы: $tr(\Sigma) = \sum_{j=1}^p \lambda_j$. Но та же величина следа дает суммарную дисперсию всех частных (унифицированных) критериев: $tr(\Sigma) = \sum_{j=1}^p s_{\tilde{x}^{(j)}}^2$. Следовательно, можно определить, какая доля суммарной дисперсии приходится на каждое собственное значение ковариационной матрицы, и выбрать 1-ю главную компоненту, на которую приходится более 55% дисперсии частных критериев. Если такая компонента существует, то в качестве весов w_j используются квадраты j -ой компоненты собственного вектора, соответствующего наибольшему собственному значению λ_1 . И тогда формула (2) определяет величину искомой интегральной характеристики качества жизни населения.

Однако возможно столкнуться с тем, что $\frac{\lambda_1}{tr(\Sigma)} < 0,55$. Тогда приходится

переходить к многокритериальной задаче и разбивать все частные критерии на несколько групп, по каждой из них определять значение модифицированной первой главной компоненты, а затем проводить рейтингование на основе полученных данных. Поэтапно это будет проводиться следующим образом.

1. Определяется число групп m_0 как минимальное число упорядоченных собственных значений, в сумме дающее более 55% дисперсии частных критериев, то есть $m_0 = \min_{1 \leq m \leq p-1} \left\{ m : \frac{\lambda_1 + \dots + \lambda_m}{tr(\Sigma)} \geq 0,55 \right\}$.

2. Все частные критерии разбиваются на m_0 непересекающихся групп так, чтобы критерии, входящие в некоторую группу, отражали какой-либо один аспект качества жизни и были бы взаимно коррелированы на достаточно высоком уровне.

3. Для каждой группы производится процедура, описанная выше: определяются ковариационные матрицы, собственные значения и их доля в дисперсиях. Выбирается наибольшее собственное значение $\lambda_1^{(i)}$ для i -ой группы ($i = 1, \dots, m_0$). Определяется соответствующий $\lambda_1^{(i)}$ собственный вектор $l^{(i)}$. В результате получается величина модифицированной первой компоненты частных критериев, вошедших в i -ю группу:

$$\tilde{y}^{(i)} = \sum_{j=1}^{p_i} \left(l_j^{(i)} \right)^2 \cdot \tilde{x}^{(j)}, \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, m_0$, p_i — количество частных критериев, вошедших в i -ю группу.

4. Осталось вычислить веса (v_1, \dots, v_{m_0}) , с которыми найденные компоненты $(\tilde{y}^{(1)}, \dots, \tilde{y}^{(m_0)})$ входят в итоговый интегральный индикатор, по формуле:

$$v_i = \frac{s_{\tilde{y}^{(i)}}^2}{\sum_{l=1}^{m_0} s_{\tilde{y}^{(l)}}^2}, \text{ где } s_{\tilde{y}^{(i)}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\tilde{y}_k^{(i)} - \bar{y}^{(i)})^2, \bar{y}^{(i)} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \tilde{y}_k^{(i)}.$$

5. Последний шаг — рейтингование объектов с использованием взвешенной евклидовой метрики в m_0 -мерном пространстве и понятия «эталон». В нашем случае эталонной величиной является единичное значение показателя качества жизни. Таким образом, чем больше расстояние между полученными значениями $\tilde{y}^{(i)}$ и единицей, тем ниже качество жизни в данном регионе и тем ниже он расположен в общем рейтинге. Расстояние определяется по формуле:

$$\rho_k = \sqrt{\sum_{i=1}^{m_0} v_i \cdot (\tilde{y}_k^{(i)} - 1)^2}. \quad (3)$$

Построение интегрального индикатора качества жизни с помощью инструментальных переменных

Помимо метода первой главной компоненты в [8] была предложена многокритериальная классификация при наличии так называемого «обучения». Такой подход к оценке качества жизни возможен в том случае, когда помимо частных критериев в качестве исходных данных имеется ряд экспертных оценок — результат специально организованного опроса. При проведении нашего исследования таковой информацией мы не обладали. И тем не менее, по нашему мнению, этот латентный показатель (экспертную оценку) можно смоделировать некоторым наблюдаемым показателем, который в наибольшей степени служит индикатором качества жизни данного района. Тогда, исходя из имеющейся информации, оцениваются неизвестные параметры множественной линейной регрессии

$$y = \beta_0 + \beta_1 x^{(1)} + \dots + \beta_p x^{(p)} + \varepsilon,$$

где y — результирующий фактор (заменяющий экспертную оценку), $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$ — факторные признаки.

Построение модели проводится пошаговым отбором переменных одним из трех методов — пошагового присоединения, удаления или присоединения-удаления [7]. Мы считаем, что более предпочтительно построение регрессии всеми тремя способами с последующим выбором модели, имеющей наибольший коэффициент детерминации, а также построение модели, все коэффициенты которой статистически значимы.

Анализ качества жизни населения городов и районов Тюменской области

В процессе исследования был использован весь доступный статистический материал по муниципальным образованиям Тюменской области (без автономных округов). В результате в обработку было включено 17 частных критериев, характеризующих различные аспекты жизни населения данных муниципалитетов.

В качестве показателей, характеризующих экономическое положение городов и районов области, а следовательно, и благосостояние населения, были использованы объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами организаций (без субъектов

малого предпринимательства) на душу населения ($x^{(1)}$), удельный вес убыточных организаций ($x^{(2)}$), среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций ($x^{(3)}$), оборот розничной торговли в расчете на душу населения ($x^{(4)}$). Помимо этого к этой же категории индикаторов можно отнести такие показатели как площадь жилья, приходящаяся в среднем на одного жителя, ($x^{(5)}$) и число легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан в расчете на 1000 населения ($x^{(6)}$). Экологическую обстановку в отдельных городских округах и муниципальных районах характеризуют объем выброшенных загрязняющих веществ в атмосферу в расчете на душу населения ($x^{(7)}$) и объем использованной пресной воды в расчете на душу населения ($x^{(8)}$).

Характеристики качества социальной сферы — численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на один день и со смертельным исходом на 1000 работающих ($x^{(9)}$), численность детей, приходящихся на 100 мест в дошкольных образовательных учреждениях ($x^{(10)}$), обеспеченность библиотечным фондом в общедоступных (публичных) библиотеках на 1000 человек ($x^{(11)}$), обеспеченность местами в учреждениях культурно-досугового типа на 1000 человек населения ($x^{(12)}$), обеспеченность населения средним медицинским персоналом на 10000 человек ($x^{(13)}$), обеспеченность населения больничными койками на 10000 человек ($x^{(14)}$). Показателем социальной безопасности было выбрано число зарегистрированных преступлений на 10000 человек ($x^{(15)}$).

Характеристикой демографической ситуации является естественный прирост (убыль) населения ($x^{(16)}$). К сожалению, иные показатели качества жизни населения не рассматривались из-за отсутствия статистических данных.

И последняя характеристика привлекательности того или иного района (города) — миграционный прирост (убыль) населения (включая внутрирегиональную) ($x^{(17)}$).

Построение моделей и показателей производилось за период 2005-2008 гг. Данные для анализа получены из материалов территориального органа федеральной службы государственной статистики по Тюменской области [9]. Пропуски в данных за отдельные годы по отдельным городам и районам области заполнялись данными за предыдущие периоды времени.

Была проведена предварительная обработка данных: все частные критерии были унифицированы в соответствии с преобразованием (1), причем индикаторная функция I_x равна 0 для критериев $x^{(2)}$, $x^{(7)}$, $x^{(9)}$, $x^{(15)}$, для прочих критериев она принимает значение 1.

Дальнейшее построение интегральной характеристики качества жизни населения велось методом модифицированной главной компоненты. За каждый рассматриваемый год были составлены ковариационные матрицы и определены первые упорядоченные собственные значения, в сумме дающие более 55% дисперсии частных критериев. Для каждого из рассматриваемых промежутков времени их число составило $m_0 = 3$.

Таким образом, все унифицированные критерии были разбиты на три группы: факторы, определяющие уровень благосостояния (с $\tilde{x}^{(1)}$ по $\tilde{x}^{(6)}$); показатели, характеризующие экологическую ситуацию и уровень миграции ($\tilde{x}^{(7)}, \tilde{x}^{(8)}, \tilde{x}^{(16)}, \tilde{x}^{(17)}$); критерии, касающиеся социальной сферы (с $\tilde{x}^{(9)}$ по $\tilde{x}^{(15)}$).

Для каждой группы опять же были получены ковариационные матрицы, найдены собственные значения. В каждой группе выбраны наибольшие собственные значения $\lambda_1^{(i)}$ и соответствующие им собственные векторы $l^{(i)}$. В результате по формуле определены модифицированные компоненты $\tilde{y}^{(i)}$ (по формуле (2)) для каждой из трех групп и веса, с которыми они входят в итоговый интегральный индикатор.

На основе полученных данных была проведена процедура рейтингования, для чего по формуле (3) определено расстояние между полученными значениями компонент и эталонной единицей. По величине найденных расстояний для каждого года составлен рейтинг городов и районов Тюменской области (определены ранги R_k для каждого города и региона) (табл. 1).

Необходимо проанализировать динамику уровня качества жизни: насколько изменилось положение того или иного района в общем рейтинге всех регионов области и улучшилось ли вообще качество жизни в регионе в определенном году по сравнению с предыдущими годами. В работе [5] было предложено рассматривать эти два аспекта как межрегиональную динамику и автодинамику.

В численном виде изменения определяются по формулам:

$$\delta_k(t) = R_k(t-1) - R_k(t) \quad (4)$$

— для оценки межрегиональной динамики,

$$\Delta_k(t) = \rho_k(t-1) - \rho_k(t) \quad (5)$$

— для измерения автодинамики.

Положительные значения этих величин свидетельствуют о положительной динамике k -го района или города. В табл. 1 представлены результаты оценки авто- и межрегиональной динамики (полужирным шрифтом выделены показатели, соответствующие положительной динамике).

Кроме этого, получен интегральный индикатор качества жизни иным методом — с помощью инструментальных переменных. В качестве результирующего фактора y была взята среднемесячная заработная плата, а остальные 16 факторов приняты за независимые переменные. По каждому году построены множественные линейные регрессии упомянутыми выше методами с использованием пакета STATISTICA. Из них нами были отобраны модели с наибольшим скорректированным коэффициентом детерминации \hat{R}^2 и значимыми коэффициентами при объясняющих переменных.

По полученным результатам определены предсказанные значения результативного признака, которые в свою очередь были ранжированы. Рейтинг городов и районов Тюменской области по данному методу приведен в табл. 2.

Таблица 1

Муниципальные образования Тюменской области (без АО)	Рейтинг R_k/ρ_k				Автодинамика Δ_k			Межрегиональная динамика δ_k		
	2005	2006	2007	2008	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08
г. Тюмень	2 /0,5215	1 /0,4887	1 /0,3540	1 /0,3367	0,0329	0,1346	0,0174	1	0	0
Заводоуковский	17 /0,7133	24 /0,7882	9 /0,7585	7 /0,7691	-0,0749	0,0296	-0,0106	-7	15	2
г. Ишим	25 /0,7749	25 /0,7959	20 /0,8035	14 /0,8128	-0,021	-0,0075	-0,0094	0	5	6
г. Тобольск	16 /0,7114	21 /0,7509	3 /0,7218	4 /0,7414	-0,0395	0,0291	-0,0196	-5	18	-1
г. Ялуторовск	24 /0,7438	26 /0,7988	6 /0,7545	8 /0,7891	-0,0549	0,0442	-0,0346	-2	20	-2
Абатский	14 /0,7035	15 /0,7227	23 /0,8108	17 /0,8179	-0,0192	-0,0881	-0,0071	-1	-8	6
Армизонский	10 /0,6728	6 /0,6796	14 /0,7686	11 /0,8025	-0,0068	-0,0890	-0,0339	4	-8	3
Аромашевский	6 /0,6678	4 /0,6651	10 /0,7654	10 /0,8023	0,0027	-0,1003	-0,0369	2	-6	0
Бердюжский	7 /0,6686	11 /0,7016	16 /0,7910	13 /0,8088	-0,0329	-0,0894	-0,0177	-4	-5	3
Вагайский	22 /0,7220	12 /0,7108	22 /0,8038	26 /0,8454	0,0112	-0,0931	-0,0416	10	-10	-4
Викуловский	12 /0,6932	10 /0,6999	21 /0,8036	21 /0,8315	-0,0067	-0,1037	-0,0279	2	-11	0
Гольшмановский	11 /0,6874	20 /0,7348	19 /0,7991	20 /0,8282	-0,0474	-0,0643	-0,0291	-9	1	-1
Исетский	9 /0,6717	7 /0,6904	13 /0,7686	9 /0,7919	-0,0187	-0,0782	-0,0233	2	-6	4
Ишимский	13 /0,7005	13 /0,7217	15 /0,7866	18 /0,8252	-0,0212	-0,0648	-0,0386	0	-2	-3
Казанский	18 /0,7158	18 /0,7277	11 /0,7679	24 /0,8360	-0,012	-0,0402	-0,0681	0	7	-13
Нижнетавдинский	15 /0,7086	16 /0,7270	7 /0,7552	6 /0,7691	-0,0184	-0,0282	-0,0139	-1	9	1
Омутинский	26 /0,7828	22 /0,7708	26 /0,8433	23 /0,8355	0,012	-0,0725	0,0078	4	-4	3
Сладковский	8 /0,6703	9 /0,6977	17 /0,7960	19 /0,8275	-0,0274	-0,0983	-0,0315	-1	-8	-2
Сорокинский	5 /0,6668	5 /0,6740	8 /0,7584	15 /0,8141	-0,0072	-0,0844	-0,0557	0	-3	-7
Тобольский	3/0,6173	3 /0,6557	5 /0,7529	5 /0,7575	-0,0384	-0,0972	-0,0046	0	-2	0
Тюменский	19 /0,7188	17 /0,7274	4 /0,7224	3 /0,6969	-0,0086	0,0050	0,0255	2	13	1
Уватский	1 /0,4970	2 /0,5219	2 /0,6207	2 /0,6165	-0,0249	-0,0988	0,0043	-1	0	0
Упоровский	20 /0,7193	23 /0,7800	18 /0,7961	25 /0,8416	-0,0608	-0,0161	-0,0455	-3	5	-7
Юргинский	21 /0,7208	14 /0,7221	25 /0,8401	22 /0,8332	-0,0013	-0,1180	0,0069	7	-11	3
Ялуторовский	4 /0,6620	8 /0,6911	12 /0,7681	12 /0,8077	-0,0292	-0,0769	-0,0396	-4	-4	0
Ярковский	23 /0,7326	19 /0,7323	24 /0,8111	16 /0,8141	0,0003	-0,0788	-0,0031	4	-5	8

Таблица 2

Муниципальные образования Тюменской области (без АО)	Рейтинг R_k/\tilde{y}_k				Автодинамика Δ_k			Межрегиональная динамика δ_k		
	2005	2006	2007	2008	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08
г. Тюмень	2 /0,8879	2 /0,7918	2 /0,8753	2 /0,7477	-0,0960	0,0835	-0,1276	0	0	0
Заводоуковский	6 /0,3463	6 /0,2199	6 /0,2343	8 /0,2442	-0,1264	0,0144	0,0099	0	0	-2
г. Ишим	4 /0,4664	4 /0,3528	5 /0,3104	4 /0,2884	-0,1136	-0,0424	-0,0220	0	-1	1
г. Тобольск	3 /0,5912	3 /0,4876	3 /0,5228	3 /0,4308	-0,1036	0,0351	-0,0920	0	0	0
г. Ялуторовск	7 /0,2047	9 /0,1558	7 /0,2205	7 /0,2623	-0,0489	0,0647	0,0418	-2	2	0
Абатский	18 /0,0843	26 /0,0000	21 /0,0275	23 /0,0480	-0,0843	0,0275	0,0205	-8	5	-2
Армизонский	17 /0,0884	24 /0,0193	25 /0,0046	17 /0,0677	-0,0691	-0,0147	0,0631	-7	-1	8
Аромашевский	16 /0,0887	12 /0,1307	23 /0,0160	24 /0,0314	0,0420	-0,1147	0,0154	4	-11	-1
Бердюжский	21 /0,0482	21 /0,0637	22 /0,0173	15 /0,0813	0,0155	-0,0464	0,064	0	-1	7
Вагайский	20 /0,0518	14 /0,1073	26 /0,0000	14 /0,0851	0,0555	-0,1073	0,0851	6	-12	12
Викуловский	14 /0,1256	22 /0,0483	19 /0,0357	16 /0,0766	-0,0773	-0,0126	0,0409	-8	3	3
Гольшмановский	9 /0,1441	11 /0,1314	12 /0,0897	18 /0,0635	-0,0126	-0,0418	-0,0262	-2	-1	-6
Исетский	12 /0,1298	18 /0,0893	10 /0,1003	22 /0,0518	-0,0406	0,0110	-0,0484	-6	8	-12
Ишимский	23 /0,0394	13 /0,1251	18 /0,0406	13 /0,0856	0,0856	-0,0844	0,0450	10	-5	5
Казанский	13 /0,1273	15 /0,1067	11 /0,0970	12 /0,0890	-0,0207	-0,0097	-0,0080	-2	4	-1
Нижнетавдинский	15 /0,1223	8 /0,1648	14 /0,0580	10 /0,1845	0,0425	-0,1068	0,1265	7	-6	4
Омутинский	11 /0,1384	17 /0,0906	13 /0,0609	25 /0,0271	-0,0478	-0,0297	-0,0338	-6	4	-12
Сладковский	10 /0,1389	20 /0,0762	16 /0,0432	26 /0,0000	-0,0627	-0,0331	-0,0432	-10	4	-10
Сорокинский	25 /0,0089	19 /0,0852	20 /0,0317	20 /0,0582	0,0763	-0,0536	0,0265	6	-1	0
Тобольский	19 /0,0521	10 /0,1382	15 /0,0494	6 /0,2652	0,0860	-0,0888	0,2158	9	-5	9
Тюменский	5 /0,4058	5 /0,3485	4 /0,3697	5 /0,2879	-0,0573	0,0212	-0,0818	0	1	-1
Уватский	1 /1,0000	1 /1,0000	1 /1,0000	1 /1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
Упоровский	24 /0,0382	23 /0,0475	9 /0,1041	11 /0,1120	0,0092	0,0566	0,0079	1	14	-2
Юргинский	22 /0,0458	25 /0,0081	24 /0,0109	19 /0,0613	-0,0377	0,0028	0,0504	-3	1	5
Ялуторовский	26 /0,0000	16 /0,0929	17 /0,0420	21 /0,0566	0,0929	-0,0509	0,0146	10	-1	-4
Ярковский	8 /0,1511	7 /0,1987	8 /0,1321	9 /0,2132	0,0475	-0,0665	0,0811	1	-1	-1

Анализируя динамику, следует учитывать невозможность проведения проверки автодинамики, поскольку заработная плата в ее стоимостном выражении имеет тенденцию к росту по всем городам и регионам не только Тюменской области, но и других областей Российской Федерации, то есть всеобщая положительная автодинамика не несет значимой информации. Поэтому полученные данные предварительно следует преобразовать, к примеру, по формуле (1), при $I_x = 0$. Такие унифицированные данные можно анализировать, применяя формулу (5), где в качестве расстояния ρ_k использовать найденные индексированные величины \tilde{y}_k . Для анализа межрегиональной динамики, как и прежде, следует использовать формулу (4). Результаты представлены в табл. 2. Полужирным шрифтом выделены значения, соответствующие положительной динамике.

Выводы

Таким образом, все муниципальные образования Тюменской области (без автономных округов) были ранжированы по показателям качества жизни населения, полученными двумя способами. Для проверки согласованности двух полученных рейтингов были найдены ранговые коэффициенты корреляции Спирмена по формуле

$$r^{(C)} = 1 - \frac{6 \sum_{k=1}^n d_k^2}{n^3 - n},$$

где $d_k = R_k^{(1)} - R_k^{(2)}$ — разница между рангами, полученными на основании первого и второго методов соответственно для k -го района или города, n — число муниципальных образований, вошедших в исследование ($n = 26$).

Для 2005 г. $r^{(C)} = -0,1398$, для 2006 — $r^{(C)} = -0,12$, для 2007 — $r^{(C)} = 0,494$, для 2008 — $r^{(C)} = 0,548$. В данном случае можно говорить о том, что для 2005 и 2006 гг. полученные рейтинги абсолютно не согласованы, поскольку величина рангового коэффициента корреляции не только мала, но и отрицательна. Для 2007 и 2008 гг. на 5%-ном уровне значимости данные коэффициенты корреляции признаются значимыми, то есть для последних двух лет оба метода получения интегральных показателей дают значимо близкие результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации. М.: Права человека. Вып. 1997, 1998, 1999, 2000-2001.
2. The World Competitiveness Yearbook, 1996~2002.
3. Noll, H.-H. Towards a European System of Social Indicators: Theoretical Framework and System Architecture. ZUMA. Social Indicators Department. Social Indicators Research. Special issue. Meinheim.
4. Human Development Report 1990. New York, 1990.
5. Айвазян С.А. Анализ синтетических категорий качества жизни населения субъектов Российской Федерации: их измерение, динамика, основные тенденции (по статистическим данным за 1997-1999 гг.) // Уровень жизни населения регионов России. 2002. №11. С. 1-38.

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

7. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: ЮНИТИ, 1998. 1006 с.

8. Айвазян С.А. Эмпирический анализ синтетических категорий качества жизни. // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. №3. С. 19-53.

9. www.tumstat.gks.ru РОССТАТ (Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Тюменской области — Тюменьстат).

Артем Валерьевич БЫКОВ —
ассистент кафедры автоматизации и вычислительной техники
artyom@front.ru

Владимир Эрнестович БОРЗЫХ —
зав. кафедрой автоматизации и вычислительной техники,
доктор физико-математических наук
borzykh@tsogu.ru

Тюменский государственный нефтегазовый университет

УДК 519.688

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ГЕОЛОГИИ

APPLICATION OF FUZZY SETS IN GEOLOGY

АННОТАЦИЯ. Рассматривается процесс построения геологических моделей на основе стратиграфической информации с использованием теории нечетких множеств. Такой подход позволяет корректно описывать неопределенности, присущие геологической информации.

SUMMARY. The article contains description of geological model development based on stratigraphic data with the implementation of fuzzy sets theory. Such approach allows correct determining of geological data uncertainties.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Нечеткие множества, стратиграфия, геология.

KEY WORDS. Fuzzy sets, stratigraphy, geology.

Одним из важных этапов разработки нефтяных и газовых месторождений является создание геологических моделей. При этом в качестве основы таких моделей наряду с традиционными подходами возможно использовать стратиграфическую информацию. Покажем, что это может принести.

Итак, имеется следующая исходная информация:

- данные с пробуренных скважин (их названия, координаты устьев, альтитуды, траектории стволов и др.);
- результаты геофизических исследований скважин;
- информация об исследовании керна;
- разбивки траекторий скважин по стратиграфическим подразделениям (полученные специалистами-геологами на основе других данных);
- метаданные (исполнители — организации, авторы; время получения; использовавшиеся методики и инструменты и др.).

В результате можно получить следующие характеристики для стратиграфических подразделений:

- статистические параметры (средневзвешенное значение, доверительный интервал, медиана и др.) для любого геофизического метода исследования скважин, по которому имеется информация;