

Проектирование систем принятия решений для прогнозирования сценариев миграционных процессов

Н. В. Манюкова

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет» (НВГУ)
manukovanv@mail.ru

Л. Ю. Уразаева

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ)
delovoi2004@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются различные подходы прогнозирования миграционных процессов. Обоснована необходимость структурного моделирования миграционных процессов. Представлено проектирование процесса принятия решений для прогнозирования сценариев миграционных потоков на IDEF0-диаграммах и проведено компьютерное моделирование с использованием реальных данных.

Ключевые слова: проектирование систем; системы принятия решений; миграционные процессы

Миграционные процессы оказывают влияние на политическую и социально-экономическую ситуацию, и особенно в тех странах, которые испытывают давление иммиграционных потоков, где миграционная сфера является одной из составляющих национальной политики.

При исследовании влияния процесса миграции на определенные аспекты экономического развития авторами использовались методы количественного анализа данных, использованные в работах [1]–[29]. В данной статье рассматриваются различные подходы прогнозирования миграционных процессов с помощью систем поддержки принятия решений (СППР).

СППР с точки зрения информационного подхода – это автоматизированные ИС, назначение которых – быстро получить информацию, необходимую для принятия нужного решения с помощью информационных технологий. Особенности этого подхода представлены в концептуальной модели СППР (рис. 1).

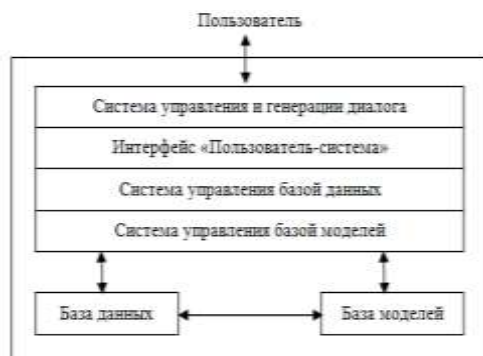


Рис. 1. Концептуальная модель СППР

Интерфейс «Пользователь-система» включает в себя системы управления базой данных (СУБД) и системы управления базой моделей (СУБМ) и позволяет управлять стилями ведения диалога; предоставлять данные в разных формах и видах; обеспечивать гибкую поддержку пользователя.

СППР должны обладать возможностью представления оптимальных вариантов решений в специальных или неожиданных для лиц, принимающих решения, ситуациях.

Вопросы проектирования СППР находят отражение в работах таких ученых, как: Андреев А.Ф., Аристов С.А., Беляев А.Ю., Дик В.В., Катулев А.Н., Ларичев О.П., Петровский А.В., Северцев Н.А., Степин Ю.П., Чернов В.Г., Эдвардс Дж. и др. В данных работах внимание акцентируется на индивидуальном подходе к проектированию СППР. Однако типовое проектирование и создание инструментальных средств, позволяющих сократить время и стоимость проектирования за счет унификации модулей СППР, представлены поверхностно.

Перед разработчиками СППР, в рамках разных направлений и подходов, возникает одна и та же задача создания с нуля модулей, являющимися общими для различных СППР и могли бы быть созданы один раз с последующим их многократным использованием в других проектах.

В нашем случае, для проектирования СППР прогнозирования миграционных процессов необходимо решить следующие задачи:

- изучить и проанализировать существующие СППР;
- рассмотреть способы описания компонентов СППР;
- сформировать спецификацию проекта СППР;
- описать способы реализации данной системы;
- разработать систему типовых решений для модулей СППР;
- описать подходы и методы построения баз моделей по методам принятия решений с определенными наборами входных и выходных данных с возможностью пополнения базы моделей.

Решение представленных задач позволит:

- получить новый подход к проектированию СППР прогнозирования миграционных процессов;
- повысить уровень и скорость работы специалистов, занимающихся статистикой и прогнозированием данных в области миграционных потоков.

Практический результат в виде программного продукта для проектирования систем поддержки принятия решений даст возможность ускорить процессы разработки СППР и сделать использование систем поддержки принятия решений более массовым.

При проектировании систем по количественным и качественным характеристикам измерения иммиграционной привлекательности экономического региона, а также прогнозирования сценариев миграционных процессов могут быть использованы различные методы, в том числе **метод анализа иерархий**.

Данный метод разработан американским ученым Т.Л. Саати. Это мощный метод сопоставительного анализа и ранжирования объектов, который описывается наборами критериев и показателей, количественных и качественных.

В СППР методом анализа иерархий можно решить многокритериальную задачу, структура которой представлена в виде трёхуровневой иерархии (рис. 2).



Рис. 2. Трёхуровневая иерархия «Цель – критерии – альтернативы»

Рассмотрим пример применения метода анализа иерархий для оценки иммиграционной привлекательности регионов РФ. Для этого сначала необходимо определить входные данные – это цель, критерии и альтернативы.

Цель: выбор приоритетного региона в РФ. Критерии и альтернативы представлены на рис. 3.

№	Альтернативы	№	Критерии
A1	Москва	Кр1	Экономика
A2	Санкт-Петербург	Кр2	Экология
A3	Сочи	Кр3	Работа
A4	Югра	Кр4	Жилье
		Кр5	Климат
		Кр6	Льготы

Рис. 3. Критерии и альтернативы выбора региона

Далее заполняем матрицу (рис. 4) парных сравнений критериев относительно цели, используя шкалу Саати (табл. 1).

Название	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	Кр5	Кр6	ЛПР
Кр1 Экономика	1	1/2	1/9	1/7	1/6	1/3	0.026
Кр2 Экология	2	1	1/5	1/2	1/2	1/3	0.066
Кр3 Работа	9	5	1	9	5	9	0.554
Кр4 Жилье	7	2	1/9	1	5	5	0.198
Кр5 Климат	6	2	1/5	1/5	1	3	0.101
Кр6 Льготы	3	3	1/9	1/5	1/3	1	0.066

Рис. 4. Матрица парных сравнений критериев относительно цели

В результате получаем: Dim=6.000; Lam=7.001; CI=0.200; CR=0.161. Чем предпочтительнее альтернатива по выбранному критерию, тем выше ее приоритет.

ТАБЛИЦА 1 ШКАЛА СААТИ

Степень предпочтения	Определение
1	Равная предпочтительность
2	Слабая степень предпочтения
3	Средняя степень предпочтения
4	Предпочтение выше среднего
5	Умеренно сильное предпочтение
6	Сильное предпочтение
7	Очень сильное предпочтение
8	Очень, очень сильное предпочтение
9	Абсолютное предпочтение

Отношение фактического значения приоритета альтернативы «объект соответствует интересам иммигрирующего» к максимальному значению приоритета может быть рассмотрено в качестве измерителя иммиграционной привлекательности региона.

Сравниваем альтернативы попарно по отношению к каждому критерию в шкале Саати, заполнив матрицы парных сравнений по отношению «Экономика» (рис. 5).

Название	A1	A2	A3	A4	ЛПР
A1 Москва	1	2	7	4	0.485
A2 Санкт-Петербург	1/2	1	8	3	0.307
A3 Сочи	1/7	1/8	1	1/7	0.044
A4 Югра	1/4	1/3	7	1	0.164

Рис. 5. Матрица парных сравнений по отношению к критерию «Экономика»

Здесь значения: Dim=4.000; Lam=4.254; CI=0.085; CR=0.094.

Теперь проводим попарно сравнение альтернатив по отношению к критерию «Экология» (рис. 6).

Название	A1	A2	A3	A4	ЛПР
A1 Москва	1	8	1/7	7	0.235
A2 Санкт-Петербург	1/8	1	1/8	5	0.072
A3 Сочи	7	8	1	9	0.861
A4 Югра	1/7	1/5	1/9	1	0.032

Рис. 6. Матрица парных сравнений по отношению к критерию «Экология»

Результаты вычислений: Dim=4.000; Lam=4.794; CI=0.265; CR=0.294.

Сравниваем альтернативы попарно по отношению к критерию «Работа» (рис. 7).

	Название	A1	A2	A3	A4	Шпр.
A1	Москва	1	5	9	7	0.612
A2	Санкт-Петербург	1/5	1	8	8	0.277
A3	Сочи	1/9	1/8	1	1/5	0.033
A4	Югра	1/7	1/8	5	1	0.078

Рис. 7. Матрица парных сравнений по отношению к критерию «Работа»

Dim	Lam	CI	CR
4.000	4.638	0.213	0.236

В этом случае: Dim=4.000; Lam=4.638; CI=0.213; CR=0.236.

Аналогично попарно сравниваем альтернативы по отношению к критериям «Жилье», «Климат» и «Льготы».

В итоге, получаем матрицу приоритетов критериев относительно цели альтернатив каждого из критериев (рис. 8).

	Пр.Кр.	Москва	Санкт-Петербург	Сочи	Югра
Экономика	0.026	0.485	0.307	0.044	0.164
Экология	0.056	0.235	0.072	0.661	0.032
Работа	0.554	0.612	0.277	0.033	0.078
Жилье	0.198	0.673	0.209	0.089	0.029
Климат	0.101	0.350	0.092	0.525	0.033
Льготы	0.065	0.707	0.072	0.031	0.190

Рис. 8. Матрица приоритетов критериев относительно цели альтернатив каждого из критериев

Таки образом, глобальные приоритеты альтернатив получаем следующие:

№	Альтернативы	Гл. Пр.
I	Москва	0.579
II	Санкт-Петербург	0.221
III	Сочи	0.129
IV	Югра	0.071

Рис. 9. Глобальные приоритеты альтернатив

Очевидно, что значения коэффициента иммиграционной привлекательности, которые лежат в границах определенного диапазона, могут быть использованы и для обоснования мнения о потенциале привлекательности для мигрирующих.

При этом потенциальные мигранты положительно оценивают не столько высокие значения риска, сколько перспективы экономического роста в новом регионе.

Рассмотрим процесс принятия решений для прогнозирования сценариев миграционных потоков на IDEF0-диаграммах (рис. 5–9)

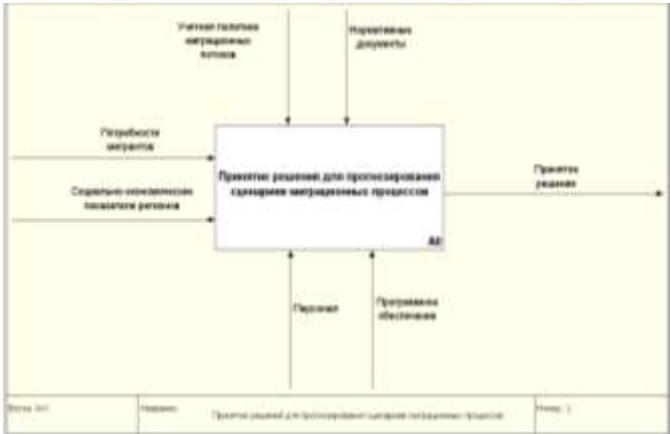


Рис. 10. Контекстная диаграмма процесса принятия решений для прогнозирования сценариев миграционных потоков

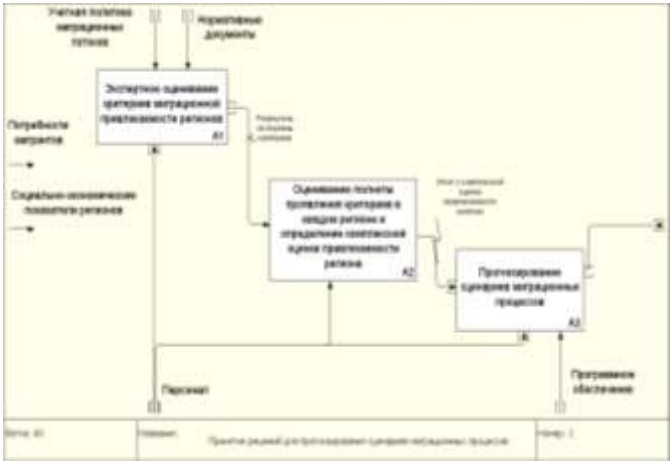


Рис. 11. Декомпозиция процесса принятия решений для прогнозирования сценариев миграционных потоков

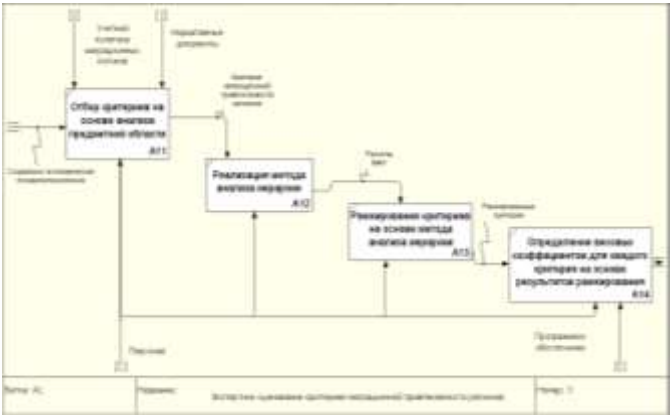


Рис. 12. Процесс экспертного оценивания притериев миграционной привлекаемости регионов

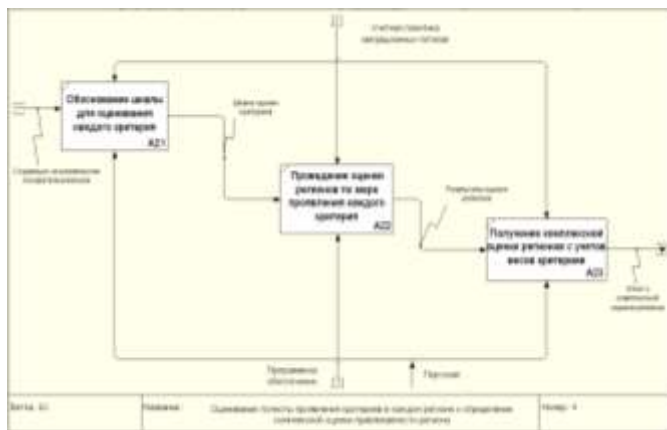


Рис. 13. Процесс оценивания полноты проявления критериев в каждом регионе и определение комплексной оценки привлекательности региона

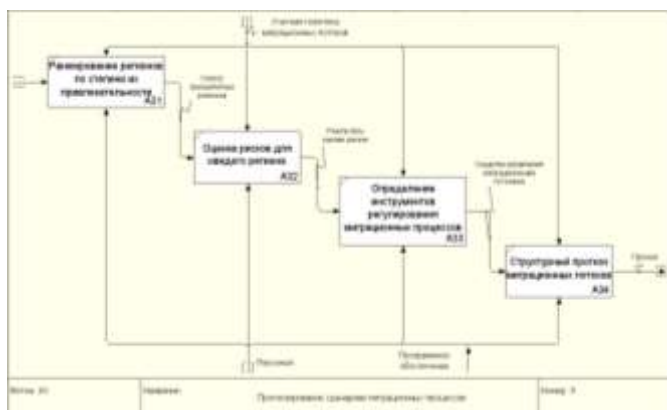


Рис. 14. Процесс прогнозирования сценариев миграционных процессов

Таким образом, практическое значение прогнозирования сводится к возможности существенно повысить эффективность принимаемых решений. Именно поэтому прогнозирование стало играть исключительно важную роль в процессах управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Abel, G. J. (2013). Estimating global migration flow tables using place of birth data. *Demographic Research*, 28, 505–546.
- [2] Alkema, L., Raftery, A. E., Gerland, P., Clark, S. J., Pelletier, F., Buettner, T., & Heilig, G. K. (2011). Probabilistic projections of the total fertility rate for all countries. *Demography*, 48, 815–839.
- [3] Bijak, J. (2005). Bayesian methods in international migration forecasting. CEFMR Working Paper 6/2005. Central European Forum for Migration Research, Warsaw.
- [4] Bijak, J., & Wiśniewski, A. (2010). Bayesian forecasting of immigration to selected European countries by using expert knowledge. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 173, 775–796.
- [5] Bijak, J., Kupiszewska, D., Kupiszewski, M., Saczuk, K., and Kicingier, A. (2006). Population and labour force projections for 27 European countries, 2002–2052: impact of international migration on population ageing. *European Journal of Population*, forthcoming.
- [6] Clark, J. S. (2003). Uncertainty and Variability in Demography and Population Growth: A Hierarchical Approach. *Ecology*, 84(6): 1370–1381.

- [7] Congdon, P. (2000). A Bayesian Approach to Prediction using the Gravity Model, with an Application to Patient Flow Modelling. *Geographical Analysis*, 32(3): 205–224.
- [8] Congdon, P. (2001). The development of gravity models for hospital patient flows under system change: a Bayesian modelling approach. *Health Care Management Science*, 4(4): 289–304.
- [9] Dustmann, C., Casanova, M., Fertig, M., Preston, I., and Schmidt, C. M. (2003). The impact of EU enlargement on migration flows. Home Office Report 25/03. Home Office, London.
- [10] Eurostat (2005). Population projections for the European Union 2004–2050. Eurostat, Luxembourg.
- [11] Fachin, S., and Venanzoni, G. (2002). IDEM: an Integrated Demographic and Economic Model of Italy. Paper for the 14th International Conference on Input-Output Techniques, Montreal, Canada, 10–15 October.
- [12] Giroi, F., and King, G. (2005). Demographic Forecasting. Manuscript. Center for Basic Research in the Social Sciences, Harvard University, Boston, MA; <gking.harvard.edu/files/smooth.pdf> (accessed on 10 June 2006).
- [13] Goldstein, H. (2003). Multilevel statistical models. Arnold, London.
- [14] Gustafson, P., Aeschliman, D., and Levy, A. R. (2003). A simple approach to fitting Bayesian survival models. *Lifetime data analysis*, 9(1): 5–19.
- [15] Jennissen, R. (2004). Macro-economic determinants of international migration in Europe. Dutch University Press, Amsterdam.
- [16] Joseph, G. (1975). A Markov Analysis of Age/Sex Differences in Inter-regional Migration in Britain. *Regional Studies*, 9(2): 69–78.
- [17] Keilman, N., and Pham, D.Q. (2004). Empirical errors and predicted errors in fertility, mortality and migration forecasts in the European Economic Area. Discussion Paper No. 386. Social and Demographic Research, Statistics Norway, Oslo.
- [18] Keyfitz, N. (1968). Introduction to the Mathematics of Population. University of California Press, Berkeley, CA.
- [19] Kim, K., & Cohen, J. E. (2010). Determinants of international migration flows to and from industrialized countries: A panel data approach beyond gravity. *International Migration Review*, 44, 899–932.
- [20] Korcelli, P. (1994). On interrelations between internal and international migration. *Innovation*, 2: 151–163.
- [21] Kritz, M., Lim, L. L., and Zlotnik, H. (eds.) (1992). International migration systems: A global approach. Clarendon Press, Oxford.
- [22] Lalic, N., & Raftery, A. E. (2012). Joint probabilistic projection of female and male life expectancy. Presented at the annual meeting of Population Association of America. (<http://paa2012.princeton.edu/abstracts/120140>)
- [23] Lanzieri, G. (2004). EUROPOP 2003: Methodology for Drafting International Migration Assumptions in the EU-15 Member States. Paper for the meeting of the Working Group on Population Projections, Luxembourg, 15–16 July.
- [24] Litterman, R. B. (1979). Techniques of Forecasting Using Vector Autoregressions. Working Paper No. 115. Federal Reserve Bank of Minneapolis, Minneapolis, MN.
- [25] Lutz, W., Sanderson, W. C., and Scherbov, S. (1998). Expert based probabilistic population projections. *Population and Development Review*, 24(Suppl.): 139–155.
- [26] Lutz, W., Sanderson, W., and Scherbov, S. (1996). Probabilistic population projections based on expert opinion. In: W. Lutz (ed.), *The future population of the World. What can we assume today?* Earthscan, London: 397–428.
- [27] Гателюк О.В., Исмаилов Ш.К., Маноюкова Н.В. Численные методы. М: Юрайт, 2018. 140 с
- [28] Маноюкова Н.В., Никонова Е.З., Слива Е.А. Статистика и прогнозирование в Microsoft Excel. Нижневартовск: НВГУ, 2017. 193 с.
- [29] Галимов И.А., Уразаева Л.Ю. Математическое исследование некоторых аспектов миграции населения // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2014. № 3. С. 77–85.