

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО КРИЗИСА В ЛАТВИИ

Ю. КОЧЕТКОВ

*Рижский Технический университет
ул. Калькю 1, LV-1658, Рига, Латвия*

Рассмотрены основные признаки и причины демографического кризиса в Латвии. Анализ соответствующего знакового орграфа показал наличие в системе внутренней напряженности и конфликтов интересов. Без принятия действенных мер по преодолению демографического кризиса численность населения страны может катастрофически уменьшаться. Основной стратегией выхода из кризиса является увеличение инвестиций в экономику и в социальную сферу.

Ключевые слова: демографический кризис в Латвии, когнитивная структуризация

В переходный период последнего десятилетия XX века в Латвии имел место глубокий экономический кризис, произошло резкое расслоение общества и обнищание значительной части населения. Такие негативные социальные явления как безработица и бедность, присущие экономическим потрясениям, поразили общество. Особенно сильно это проявляется в небольших городах Латвии и в сельской местности.

Ухудшение условий жизни подавляющего большинства населения, естественно, отрицательно сказалось на демографической ситуации в стране. Уровень рождаемости в Латвии всегда был недостаточным даже для простого воспроизводства населения. Показатель рождаемости в Латвии был наиболее высоким в период 1986-1988 годов. Но, начиная с 1990 года, положение в этой сфере стало резко ухудшаться, и в 1998 году показатель рождаемости уменьшился почти в 2 раза. В настоящее время Латвия по этому показателю находится на одном из последних мест в мире [1]. По данным Всемирного банка средний ежегодный прирост населения в Латвии в 1990-98 годах составлял (-1.3%) – это предпоследнее место в мире. По этому показателю ежегодного прироста населения Латвия находится на последнем месте в Европе.

С другой стороны, ожидаемая продолжительность жизни людей в Латвии в 90-х годах уменьшалась (у мужчин снизилась на 4 года, у женщин – на 2 года), и она является одной из самых низких в Европе [2]. Начиная с 1991 года, число умерших людей стабильно превышает численность родившихся. Показатель младенческой смертности в Латвии в 1995 году по сравнению с 1989 годом увеличился в 1.7 раза. Приведенные факты говорят о том, что в Латвии в настоящее время имеет место глубокий демографический кризис.

Население любой страны является непосредственным производителем и потребителем производимых в государстве материальных благ, оно обеспечивает функционирование экономики. Поэтому развитие экономики во многом зависит от наличия в стране трудовых ресурсов, определяемых общей численностью населения. Среднегодовой прирост трудовых ресурсов в Латвии в 1990-98 годах составил (-1.6%) – это было предпоследнее место в мире [1]. По сравнению с 80-ми годами XX века этот показатель уменьшился в 2 раза.

Для планирования развития экономики государства и улучшения демографической ситуации в Латвии важное значение имеет анализ причин демографического кризиса и путей его преодоления. Население страны является составным элементом социально-экономической системы государства. Вместе с другими элементами население образует относительно замкнутую систему, в которой происходят экономические, социальные, технологические и другие процессы, определяющие жизнь страны. Отдельные элементы этой системы находятся в структурной взаимосвязи, а поэтому одним из эффективных способов анализа существующей ситуации является использование системного подхода. В настоящей работе была поставлена цель: разработать структурную модель, определяющую влияние на численность населения Латвии основных социально-экономических факторов, и последующий ее анализ.

Социально-экономическая система, включающая основные факторы, влияющие на численность населения, может быть описана следующими элементами: u_1 – численность населения; u_2 – уровень рождаемости; u_3 – уровень смертности; u_4 – средства, выделяемые

государством на здравоохранение, образование, просвещение и социальную сферу; u_5 – уровень бедности; u_6 – уровень безработицы; u_7 – средства, выделяемые государством на оборону, охрану границ, безопасность и т.п.; u_8 – инвестиции в экономику. Рассматриваемая система относится к “мягким системам”. В этих системах человеческий фактор играет значительную роль, и они могут адаптироваться к внешним воздействиям [3].

Для качественного системного анализа социально-экономической системы в работе использована когнитивная структуризация: была построена структурная схема причинно-следственных связей в виде когнитивной карты (Рисунок 1).

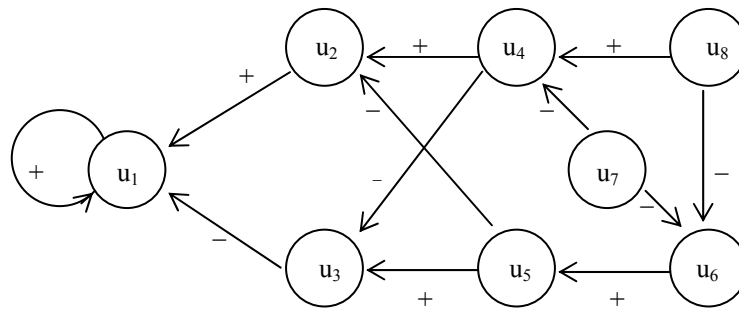


Рисунок 1. Когнитивная карта социально-экономической системы для анализа влияния различных факторов на численность населения

Вершины когнитивной карты (u_1, u_2, \dots, u_8) – это элементы системы, ориентированные дуги между вершинами (u_j, u_i) определяют влияние одних элементов системы на другие. Дуги характеризуют причинно-следственные связи элементов: дуга от вершины u_j к вершине u_i проводится тогда, когда изменение u_j вызывает значительное изменение u_i . Причинно-следственная связь будет положительной (знак “плюс”), если увеличение u_j приводит к увеличению u_i , а уменьшение u_j – к уменьшению u_i . Связь будет отрицательной (знак “минус”), если увеличение u_j приводит к уменьшению u_i , а уменьшение u_j – к увеличению u_i . На языке математики когнитивная карта является знаковым ориентированным графом (орграфом).

Рассматриваемый орграф является слабо связным и включает один контур – это петля при вершине u_1 и 9 полуконтуров. Контур-петля определяется логистической эволюцией человеческой популяции и представляет собой управляющую петлю положительной обратной связи [4]. Эта петля отражает нелинейность структурных изменений в системе, характеризующуюся ускорением роста численности населения при улучшении условий жизни.

Пять полуконтуров сбалансированы и имеют положительные обратные связи, так как число отрицательных дуг в них четное. Эти полуконтуров усиливают отклонения: увеличение (уменьшение) значения любой вершины в каждом из них в конечном счете приводит к его дальнейшему увеличению (уменьшению). Например, полуконтур $u_1-u_2-u_4-u_8-u_6-u_5-u_3-u_1$ является сбалансированным: увеличение инвестиций в экономику (u_8) снижает уровень безработицы (u_6) и уровень бедности (u_5). Если люди живут богаче, лучше питаются и заботятся о здоровье, то снижается уровень смертности (u_3), а численность населения (u_1) растет. Это способствует также увеличению рождаемости (u_2) и преодолению демографического кризиса. Инвестиции способствуют росту доходов бюджета и государство получает возможность больше средств выделять на образование, здравоохранение и социальную сферу (u_4). А увеличение этих средств (u_4) можно рассматривать как инвестиции в экономику (u_8), так как растущей экономике необходимы образованные, здоровые люди. Таким образом, данная стратегия преодоления демографического кризиса, заключающаяся в увеличении инвестиций в экономику (u_8) и в социальную сферу, здравоохранение, образование (u_4), является в существующих условиях перспективной.

Остальные четыре полуконтуров имеют отрицательные обратные связи – число отрицательных дуг в них нечетное, а поэтому они несбалансированы и противодействуют отклонениям. Например, в полуконтуре $u_1-u_2-u_4-u_7-u_6-u_5-u_3-u_1$, который несбалансирован, имеют место противодействия отклонениям в вершинах орграфа. Увеличение средств, выделяемых на оборону, охрану границ и т.п. (u_7) в условиях Латвии с ее слабой экономикой приводит к уменьшению

средств, выделяемых на здравоохранение, образование и социальную сферу (u_4). Это вызовет увеличение смертности населения (u_3) и снижение рождаемости (u_2). В итоге численность населения (u_1) будет уменьшаться, а уровни бедности (u_5) и безработицы (u_6) возрастают. Такая ситуация потребует от государства дополнительных средств на пособия, переобучение людей, организацию дополнительных рабочих мест и т.д. Естественно, эти дополнительные расходы препятствуют увеличению средств, выделяемых на оборону (u_7). Так действует механизм противодействия отклонению в вершине u_7 .

Вершина u_7 в орграфе является специфической, потому что через нее проходят только полуконтурные с отрицательной обратной связью, являющиеся несбалансированными. Поэтому из-за наличия такой локальной несбалансированности в вершине u_7 , согласно теореме Харари о структуре [5], знаковый орграф в целом не сбалансирован. Если бы эту вершину (u_7) можно было убрать совсем, то орграф был бы сбалансирован глобально. Однако, практически это невозможно, так как в любой стране есть затраты на оборону, полицию и т.п. Несбалансированность орграфа указывает на присутствие в рассматриваемой социально-экономической системе конфликтов интересов и внутренней напряженности. В странах с развитой экономикой при наличии достаточно больших средств увеличение значения вершины u_7 в меньшей степени, чем в Латвии, будет отрицательно сказываться на здравоохранении и социальной сфере, а, следовательно, и на демографической ситуации. Сбалансированность орграфа и снятие внутренней напряженности в системе были бы достигнуты при изменении с “минуса” на “плюс” либо знака дуги (u_7, u_4), либо дуги (u_7, u_6). Из-за слабой экономики первая стратегия – изменение знака дуги (u_7, u_4) – практически неосуществима. Вторая стратегия неосуществима по своей сути, так как средства, выделяемые на оборону, охрану границ, полицию и т.п., являются специфическими инвестициями, а поэтому обычно несколько увеличивают число рабочих мест и занятость населения.

С целью более глубокого анализа рассматриваемой системной модели выполнено исследование импульсных процессов в орграфе. Каждая из вершин орграфа (u_1, u_2, \dots, u_8) принимает некоторые значения $v_i(t)$ в дискретные моменты времени $t = 0; 1; 2; 3 \dots$. Импульсом является изменение значения вершины $v_j(t) - v_j(t-1) = p_j(t)$ при $t > 0$. Для проведения анализа использована квадратная матрица A смежности орграфа (Рисунок 2), составленная при следующих обозначениях дуг орграфа:

$$\text{sgn}(u_j, u_i) = \begin{cases} 1, & \text{если дуга } (u_j, u_i) \text{ положительная,} \\ -1, & \text{если дуга } (u_j, u_i) \text{ отрицательная,} \\ 0, & \text{если дуга } (u_j, u_i) \text{ отсутствует.} \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2. Матрица смежности знакового орграфа

Рассматривались простые автономные импульсные процессы, в которых вектор импульсов $P(0)$ имеет i -ю компоненту равную 1, а все остальные компоненты равны нулю. Начальный единичный импульс, введенный в вершину u_i распространяется за определенное время по всей системе. Автономный импульсный процесс в орграфе описывается уравнениями [5]:

$$P(t) = P(0) \cdot A^t,$$

$$v_j(t) = v_j(\text{исходное}) + (\text{элемент } i, j \text{ в матрице } I + A + A^2 + \dots + A^t),$$

где I – единичная матрица, соответствующая A . Вектор исходных значений вершин V условно был принят равным $V(\text{исходное}) = (0, 0, \dots, 0)$, за единицу времени взят год. В соответствии с установленной ранее перспективной стратегией улучшения демографической ситуации в стране в вершину u_8 вводится единичный начальный импульс $P(0) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$. В результате расчетов было установлено следующее. В момент времени $t=3$ единицам численности населения (вершина u_1) увеличивается на 2 условные единицы, а каждый следующий момент времени будет происходить увеличение численности населения на 4 единицы. При введении единичного начального импульса $P(0) = (0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)$ в вершину u_4 , начиная со второго момента времени $t=2$, численность населения через каждую единицу времени увеличивается на 2 единицы.

При введении начального импульса $P(0) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0)$ в вершину u_7 в момент времени $t=3$ численность населения уменьшится на 2 единицы, а затем изменяться не будет. Увеличением уровней бедности (u_5) и безработицы (u_6) путем введения соответствующих единичных импульсов численность населения, начиная с момента времени $t=2$, каждый последующий момент уменьшается на 2 единицы. Отсюда следует, что наилучшей стратегией для преодоления демографического кризиса в Латвии является увеличение инвестиций в экономику, а также в социальную сферу, здравоохранение и образование.

Для анализа орграфа важным является проверка его как на абсолютную устойчивость (устойчивость по значениям вершин), так и на импульсную устойчивость. При наличии неустойчивости орграфа в описываемой им системе могут происходить нежелательные процессы: при импульсной неустойчивости величины некоторых импульсов или значения каких-то вершин при абсолютной неустойчивости могут катастрофически увеличиваться [5]. Орграф считается абсолютно или импульсно устойчивым в импульсном процессе при устойчивости каждой его вершины.

При анализе знакового орграфа на устойчивость использовалась его матрица смежности A (Рисунок 2). Характеристический многочлен матрицы A можно записать в следующем виде:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda I) = a_8 \cdot \lambda^8 + a_7 \cdot \lambda^7 + \dots + a_1 \cdot \lambda + a_0,$$

где a_i – коэффициенты при корнях λ_i характеристического многочлена, \det – определитель матрицы. Скалярные параметры λ_i , удовлетворяющие характеристическому уравнению $C_A(\lambda) = 0$, это собственные значения матрицы A . Вычисления дали следующий спектр собственных значений рассматриваемой матрицы A : $1; -1,405 \cdot 10^{-5}; 5,865 \cdot 10^{-8} \pm 1,399 \cdot 10^{-5} \cdot i; 1,393 \cdot 10^{-5}; 0; 0; 0$. Поскольку получено, что все ненулевые собственные значения различны и не превосходят по абсолютной величине единицу, то орграф импульсно устойчив для всех простых импульсных процессов [5]. Отсюда, при введении какого-то начального импульса в систему величины импульсов во всех вершинах орграфа будут ограничены и не смогут бесконечно возрастать. Но поскольку есть одно собственное значение равное 1, орграф по значениям вершин (абсолютно) будет неустойчив для некоторого простого импульсного процесса. Изменение значений вершин ничем не ограничено, поэтому численность населения страны при неблагоприятных обстоятельствах может катастрофически уменьшаться.

Заключение

- Основные демографические показатели (коэффициент воспроизводства населения, показатель младенческой смертности, средний ежегодный прирост населения и др.) указывают на то, что Латвия находится в состоянии глубокого демографического кризиса.
- Знаковый ориентированный граф, определяющий влияние на численность населения страны основных социально-экономических факторов, является несбалансированным, что указывает на конфликты интересов и наличие внутренней напряженности в системе.
- Проверка орграфа на устойчивость показала, что он обладает импульсной устойчивостью, величины импульсов в его вершинах ограничены и не могут бесконечно возрастать. В то же время орграф неустойчив по значениям вершин (абсолютно), поэтому численность населения в условиях кризиса может катастрофически уменьшаться, она никак не ограничена.
- Основными потенциально приемлемыми стратегиями преодоления демографического кризиса в Латвии являются увеличение инвестиций в экономику и в социальную сферу.

Литература

- [1] Entering the 21-st century (2000). *World Development Report 1999/2000*. The World Bank, Washington, USA.
- [2] Zvidrinsh P. (1999) The demographic crisis in Latvia. *Humanities and social sciences* № 3 (24), University of Latvia, Riga.
- [3] Checland P.B. (1988) Soft systems methodology: an overview. *J. Applied System Analysis* **15**.
- [4] Forrester J.W. (1987) Nonlinearity in high-order models of social systems. *Eur. J. Opl.Res.* **30**.
- [5] Робертс Ф.С. (1986) *Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам*. Наука, Москва.

Received on the 21st of September 2005