

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ*

В.В. Мокеев, Д.А. Воробьев

Рассматривается задача анализа эффективности процессов в социально-экономических системах. Анализ эффективности процессов базируется на построении «совершенного образа» их поведения. Для выделения состояний, которые соответствуют «совершенному образу» поведения, предлагается использовать метод собственных состояний, который является развитием анализа главных компонент. Эффективность метода собственных состояний демонстрируется на примере анализа устойчивости развития региональных социально-экономических систем. Работа демонстрирует возможности метода не только в определении связей между процессами, но и в количественном их измерении.

Ключевые слова: социально-экономические системы, анализ главных компонент, эффективность.

Введение

Рост глобализации мировой экономики, уплотнения взаимосвязей между социальными явлениями приводит к усложнению социально-экономических систем, что предъявляет особые требования к качеству управленческих решений. Под социально-экономической системой понимается организация, предприятие, регион. Отправной точкой повышения качества управленческих решений является анализ процессов, которые могут быть улучшены. Необходимо учитывать, что организации являются слабоструктурированными системами и характеризуются отсутствием качественных моделей процессов, происходящих в них. Анализ результативности процессов осуществляется путем наблюдения за динамикой показателей, описывающих процессы, и установление причинно-следственных связей между ними. Реальные бизнес процессы описываются большим набором показателей, что вызывает определенные трудности при использовании традиционных методов. При этом ни один показатель сам по себе не может дать полной картины поведения социально-экономической системы.

На сегодняшний день существует большое количество подходов для анализа эффективности социально-экономических систем. Одним из них является анализ среды функционирования. В работе [1] анализ среды функционирования применяется для определения эффективности использования производственной информации в целях получения стратегических преимуществ. Данные охватывают трехлетний период наблюдений. Эффективность деятельности китайских банков в период с 1997 по 2008 год выполняется с помощью анализа среды функционирования [2]. Новая имитационная модель, основанная на агентах, для имитации причин и процессов финансовых трудностей на предприятии описывается в работе [3]. Основная структура модели включает четыре агента: предприятие, продукт, банк и макросреда. Исследуя различные причины финансовых трудностей на разных стадиях жизненного цикла предприятия, исследователям удалось реализовать свою модель для четырех случаев, которыми являются старт, рост, зрелость и снижение. Сравнив полученные результаты с исходными данными, они пришли к выводу, что предложенная имитационная модель является перспективным инструментом для всестороннего анализа причин и процессов финансовой нестабильности.

Линейный регрессионный анализ используется для построения математической модели прогнозирования финансового состояния предприятия [4]. В работе [5] при анализе факторов инвестиционной активности предприятий реального сектора экономики также используется регрессионный анализ.

* Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ, проект 14-01-00054.

Эффективным способом, позволяющим установить и измерить причинно-следственные связи между различными процессами в социально-экономических системах, является метод главных компонент [6–8]. Одним из важных достоинств метода главных компонент является то, что он позволяет представить поведения изучаемой системы в виде набора независимых (статистически) составляющих, каждую из которых можно анализировать отдельно. Развитие метода главных компонент применительно к анализу и прогнозированию социально-экономических систем позволяет сформулировать новый метод, который в данной работе называется методом собственных состояний. Построение моделей методом собственных состояний заключается в вычислении и выборе ключевых собственных состояний системы, ориентированных на сформулированные факторы успеха и четко демонстрирующие причинно-следственные взаимодействия, связанные со стратегическим характером изменений развития организаций.

1. Метод собственных состояний

Пусть состояние экономических объектов описывается набором факторов x_{ki}^0 , где i – номер фактора ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), k – номер экономического объекта ($k = 1, 2, 3, \dots, m$), n – количество факторов, m – количество состояний экономических объектов. Значения каждого фактора для различных состояний экономических объектов образуют вектор $x_i^0 = \{x_{1i}^0, x_{2i}^0, \dots, x_{mi}^0\}^T$.

Пространство факторов экономических объектов можно представить в виде матрицы исходных факторов X^0 , где каждый столбец матрицы содержит значения одного фактора для различных состояний экономических объектов, а каждая строка включает значения всех факторов и описывает состояние экономического объекта. Таким образом, пространство состояний экономических объектов будет описываться в виде

$$X^0 = \begin{bmatrix} x_1^0 & x_2^0 & \dots & x_m^0 \end{bmatrix}.$$

Среднеарифметические значения факторов используются в качестве центра распределения пространства состояний. Отцентрированное пространство состояний будем обозначать матрицей X , каждый элемент которой определяется как

$$x_{ki} = x_{ki}^0 - \bar{x}_i,$$

$$\text{где } \bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ki}^0.$$

Главные компоненты представляют такую группировку исходных факторов, в которой члены группы (исходные факторы) связаны между собой, но группа (главная компонента) в целом была бы независима от других групп (главных компонент).

Для расчета весовых коэффициентов главных компонент решается задача собственных значений

$$(A - \lambda I)\mathbf{v} = 0, \quad (1)$$

где A – ковариационная матрица, I – единичная матрица, \mathbf{v} – собственный вектор уравнения (1), λ – собственное значение. Собственные векторы уравнения (1) масштабируются так, что $\mathbf{v}_i^T \mathbf{v}_i = 1$ и обладают свойством ортогональности

$$V^T A V = \Lambda \text{ и } V^T V = I,$$

где Λ – диагональная матрица, диагональные коэффициенты которой равны собственным значениям уравнения (1).

Каждый собственный вектор имеют ту же размерность, что и вектор состояния экономического объекта, что позволяет называть его собственным состоянием. Так как собственный вектор определяется с точностью до множителя, компоненты собственного состояния показывают не столько величину исходных факторов сколько их взаимосвязь друг с другом. В дальнейшем компоненты собственного состояния будем называть характеристиками собственного состояния.

Таким образом, состояние экономического объекта в любой момент времени может быть описано взвешенной комбинацией собственных состояний. При этом состояние экономического объекта описывается не набором исходных факторов, набором главных компонент, но каждая

главная компонента уже отражает не отдельный исходный фактор, а группу исходных факторов (собственное состояние объекта).

Так как собственные векторы вычисляются по ковариационной матрице, собственные значения показывают изменчивость собственного состояния в общем состоянии экономического объекта и численно равны дисперсии главных компонент.

Матрица собственных состояний V_0 формируется из собственных векторов уравнения (1) и позволяет сформировать новые факторы (главные компоненты) в виде комбинации исходных факторов $z_{ki} = \sum_{h=1}^n v_{hi} x_{kh}$, где z_{ki} – значение i -го нового фактора для k -го экономического объек-

та, v_{hi} – элемент, соответствующий h -му исходному фактору i -му новому фактору. Значение i главной компоненты для различных состояний экономических объектов объединяются в вектор \mathbf{z}_i , из которых образуется матрица \mathbf{Z} , которая определяется как

$$\mathbf{Z} = \mathbf{XV}.$$

Свойство 1. При описании состояния экономического объекта в виде взвешенной суммы собственных состояний главные компоненты представляют показатели изменения собственных состояний и являются корреляционно независимыми.

Корреляционная независимость главных компонент означает, что ковариационная матрица главных компонент \mathbf{Z} является диагональной. Доказательство

$$\mathbf{Z}^T \mathbf{Z} = (\mathbf{XV})^T \mathbf{XV} = \mathbf{V}^T \mathbf{X}^T \mathbf{XV} = \mathbf{V}^T \mathbf{AV} = \mathbf{\Lambda}.$$

Свойство 2. Исходные факторы в рамках каждого собственного состояния могут изменяться только пропорционально характеристикам собственного состояния.

Процесс изменения состояния экономического объекта представляется в виде суммы независимых процессов, каждый из которых описывается собственным состоянием. Изменение исходных факторов в рамках одного процесса (собственного состояния) не может влиять на изменения исходных факторов других процессов (собственных состояний).

Пусть изменение исходных факторов описывается $\Delta x_j(t) = \alpha C$, где α – вектор коэффициентов изменения исходных факторов, масштабированный так, что $\alpha^T \alpha = 1$. Тогда изменение главных компонент описывается формулой

$$\Delta \mathbf{z}_i(t) = \sum_{k=1}^n \Delta x_k v_{ki} = C \sum_{k=1}^n \alpha_k v_{ki} = C(\alpha^T \mathbf{v}_i).$$

Таким образом, если изменение i -й главной компоненты описывается вектором приращений исходных факторов α равным вектору i -го собственного состояния \mathbf{v}_i , то приращение $\Delta z_i(t)_i$ равно

$$\Delta z_i(t) = C \mathbf{v}_i^T \mathbf{v}_i = C.$$

Изменение остальных главных компонент при этом равно

$$\Delta z_j(t) = C \mathbf{v}_i^T \mathbf{v}_j = 0 \quad (j \neq i).$$

Это означает, что если поведение объекта описывается i главной компонентой, то исходные факторы могут изменяться только пропорционально коэффициентам вектора собственного состояния \mathbf{v}_i .

Анализ собственных состояний экономического объекта строится на проверке того удовлетворяет ли собственное состояние требованиям управления состоянием экономического объекта. Собственные состояния, которые не удовлетворяют этим требованиям, отбрасываются, оставшиеся собственные состояния используются для построения эталонной модели.

Общая изменчивость процесса изменения состояния экономического объекта, определяется суммой дисперсий всех исходных факторов, описывающих поведение этого объекта

$$\sigma = \sum_i^n \sigma_i,$$

где σ_i – дисперсия i -го фактора.

Вклад каждой главной компоненты в общую изменчивость состояния экономического объекта можно оценить через его дисперсию. Сумма всех собственных значений главных компонент равна сумме дисперсий исходных факторов. Однако дисперсия главных компонент может служить приближенной оценкой, так как существует большая разница в изменчивости исходных факторов, и исходные факторы с наибольшей изменчивостью будут доминировать в первых главных компонентах.

Оценка соответствия состояний экономического объекта требованиям управления состоянием экономического объекта может быть построена на дисперсионной оценке

$$\chi = \frac{\sum_{i=1}^p \sigma_i}{\sigma}$$

Здесь в числителе представлена сумма дисперсии эталонной модели, а в знаменателе суммарная дисперсия.

2. Анализ экологического развития городов

Рост численности населения, развитие промышленного производства, увеличение выбросов вредных веществ оказывают существенное влияние на развитие города. Изменения в городской среде города может привести к глобальным экологическим проблемам, которые ставят под угрозу всю систему жизнеобеспечения города. Поэтому задача анализа экологически-устойчивого развития городов является сегодня весьма актуальной.

В качестве объектов анализа выбираются города с численностью населения порядка одного миллиона человек: Волгоград, Екатеринбург, Казань, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Самара, Томск, Уфа и Челябинск. Анализ экологически-устойчивого развития городов требует построения модели экологически-устойчивого развития города. Основой модели является региональный процесс, в котором производство, экология, строительство, уровень жизни и демография образуют органическое единство.

В табл. 1 представлен перечень показателей, описывающих социально-экономическое состояние городов. В качестве исходных данных были выбраны значения этих показателей за 2011 г.

Таблица 1

Показатели городов

Подсистемы	Показатели
Демография	Уровень рождаемости (чел. на тыс. жителей)
	Уровень смертности (чел. на тыс. жителей)
Производство	Объем реализованной собственной продукции (млн руб. на тыс. жителей)
	Объем реализованной поставленной продукции (млн руб. на тыс. жителей)
	Объем реализованной электроэнергии, газа и воды (млн руб. на тыс. жителей)
Бюджет	Налог на доходы физических лиц (млн руб. на тыс. жителей)
	Налоги на совокупный доход (млн руб. на тыс. жителей)
	Налоги на имущество (млн руб. на тыс. жителей)
Экология	Объем выброшенных загрязняющих веществ (тонн на тыс. жителей)
	Объем затрат на охрану окружающей среды (млн руб. на тыс. жителей)
Уровень жизни	Средняя заработная плата (тыс. руб.)
	Общая жилая площадь на одного жителя (м ²)
	Общие расходы на образование (тыс. руб. на чел.)

Обычно при анализе экологической обстановки городов их рейтинг определяется по величине и/или темпам изменения экологических показателей, например, чем меньше выбросов загрязняющих веществ на одного жителя тем лучше экология города. Однако, с одной стороны, если в городе отсутствует производство, то его можно считать экологически чистым городом, но только если его жители имеют работу, получают хорошую заработную плату, получают хорошее образование. С другой стороны, экологически грязные предприятия, плохая транспортная логистика ведут к чрезмерно большому выбросу загрязняющих веществ, который оказывается несоизмерим с той пользой, которую они приносят городу.

Таким образом, необходимо оценивать не отдельные показатели, а систему экологических, производственных, социальных показателей процессов. В данном разделе строится модель, которая оценивает не показатели, а тенденции их изменения друг относительно друга. В качестве базового уровня, относительно которого выполняется анализ показателей, используются их среднеарифметические значения.

Для построения модели экологически-устойчивого развития городов предлагается использовать метод собственных состояний. В качестве основного требования, которому должна удовлетворять модель экологически-устойчивого развития города, является следующее условие: уровень рождаемости населения должен расти, а объема выбросов загрязняющих веществ должен уменьшаться. Для того, чтобы модель была социально ориентированной добавим еще одно условие: рост уровня рождаемости и уменьшение объемов выбросов должен сопровождаться увеличением заработной платы.

Результатом вычисления являются девять собственных состояний. В табл. 2 представлены коэффициенты показателей первых восьми собственных состояний. Собственные состояния развития городов выделяются с использованием ковариационной матрицы, поэтому они описывают отклонения показателей от их средних значений. Одни показатели в собственном состоянии имеют положительные, другие – отрицательные значения. Это означает, что рост одних показателей ведет к снижению других, и наоборот. При этом выделяется тенденция, которая характерна для всех городов. Уменьшение объемов выбросов загрязняющих веществ сопровождается ростом рождаемости в рамках первого, четвертого, пятого, шестого и восьмого собственного состояния. В связи с этим данные собственные состояния используются для построения модели экологически устойчивого развития города. Остальные собственные состояния не удовлетворяют основному требованию экологически устойчивого развития города, и поэтому отбрасываются.

Таблица 2

Коэффициенты собственных состояний

Показатель	Собственное состояние							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Уровень рождаемости (чел. на тыс. жителей)	0,00015	0,006	0,011	0,003	0,003	0,028	0,072	0,496
Уровень смертности (чел. на тыс. жителей)	0,0081	-0,003	-0,010	-0,009	0,018	-0,092	-0,357	-0,261
Объем реализованной собственной продукции (млн руб. на тыс. жителей)	-0,384	-0,919	0,051	0,068	-0,002	0,016	-0,012	0,020
Объем реализованной поставленной продукции (млн. руб. на тыс. жителей)	-0,030	0,077	-0,139	0,924	0,296	0,020	-0,149	0,079
Объем реализованной электроэнергии, газа и воды (млн руб. на тыс. жителей)	0,003	-0,017	-0,466	0,241	-0,784	-0,170	0,238	-0,131
Налог на доходы физических лиц (млн руб. на тыс. жителей)	0,002	0,001	0,014	0,002	0,006	-0,049	0,042	0,245
Налоги на совокупный доход (млн руб. на тыс. жителей)	0,017	0,051	0,840	0,252	-0,301	-0,334	0,145	-0,026
Налоги на имущество (млн руб. на тыс. жителей)	0,0002	-0,001	0,016	-0,005	-0,035	-0,045	-0,019	0,060
Средняя заработная плата (тыс. руб.)	-0,0001	0,014	-0,032	0,005	0,003	0,138	0,438	0,597
Общая жилая площадь на одного жителя (м ²)	0,001	-0,003	0,005	0,007	-0,038	-0,095	-0,180	0,087
Общие расходы на образование (тыс. руб. на чел.)	0,015	0,029	0,232	0,112	-0,290	0,902	-0,064	-0,117
Объем затрат на охрану окружающей среды (млн руб. на тыс. жителей)	-0,004	-0,017	-0,008	0,066	0,345	0,053	0,732	-0,470
Объем выброшенных загрязняющих веществ (тонн на тыс. жителей)	-0,922	0,382	0,001	-0,051	-0,023	-0,0003	0,009	-0,011

Первое собственное состояние представляет основную тенденцию развития городов (89 % вариативности всех показателей), при которой рост рождаемости сопровождается ростом налоговых отчислений в бюджеты городов, увеличением потребления электроэнергии, газа и воды, расходов на образование, жилой площади на человека. При этом средняя заработная плата немного снижается, падают объемы реализованной продукции на одного жителя, затраты на охрану окружающей среды. Следует отметить, что уровень смертности также растет и более высокими темпами, чем уровень рождаемости.

Четвертое, пятое, шестое и восьмое собственные состояния дают незначительный вклад в дисперсию показателей (не более 1 % дисперсии всех показателей). Все эти состояния характеризуются тем, что рост рождаемости сопровождается ростом средней заработной платы. Следует отметить, что снижение смертности при росте рождаемости описываются только 4, 5 и 8 собственными состояниями.

На графиках (рис. 1 и 2) представлены изменения объемов выбросов загрязняющих веществ и уровня рождаемости, полученные с использованием модели экологически устойчивого развития города (пунктирные линии). Сплошными линиями показаны фактические значения этих показателей.

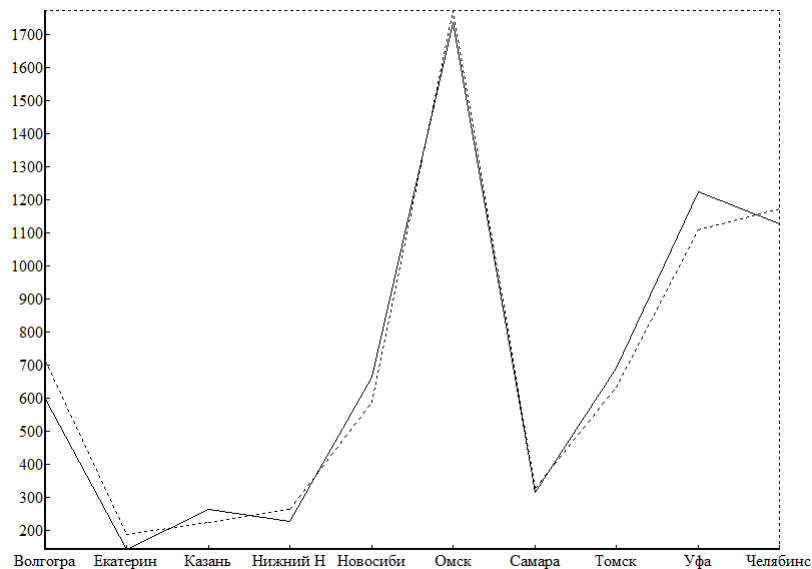


Рис. 1. Объем выброшенных загрязняющих веществ (тонн на тыс. жителей)

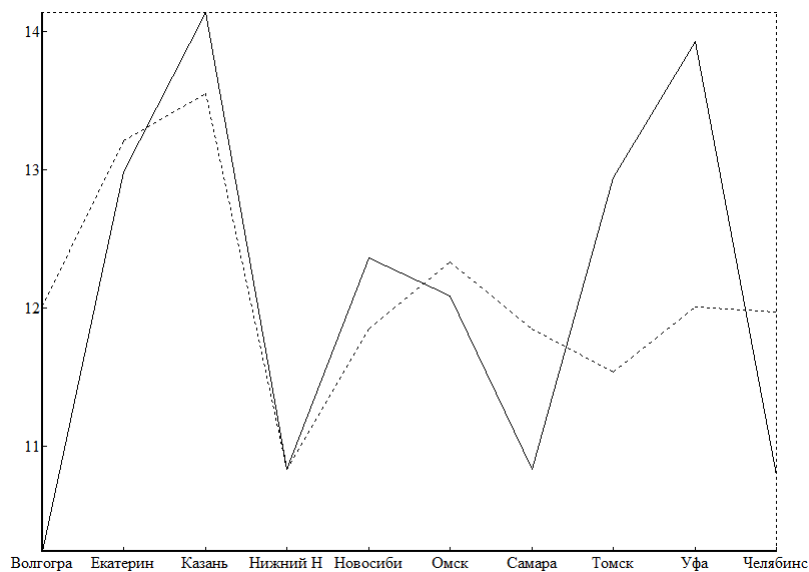


Рис. 2. Уровень рождаемости (чел. на тыс. жителей)

Как видно из графика (см. рис. 1), фактические объемы выброшенных загрязняющих веществ незначительно отличаются от значений, полученных с использованием модели экологически устойчивого развития города. Фактические значения превышают величины, полученные по модели, только для Казани, Новосибирска, Томска и Уфы. Это означает, что в этих городах есть условия еще немного снизить объемы выбросов. Фактический уровень рождаемости превышает значения, полученные для модели экологически устойчивого развития города, также для городов Казани, Новосибирска, Томска и Уфы, что говорит об экологической привлекательности этих городов.

В табл. 3 представлены относительные отклонения фактических значений показателей от величин, полученных с помощью экологически устойчивой модели развития города.

Таблица 3

Отклонения фактических значений показателей от их модельных, %

Название показателя	Волгоград	Екатеринбург	Казань	Нижний Новгород	Новосибирск	Омск	Самара	Томск	Уфа	Челябинск
Уровень рождаемости	-18	-3	14	-5	2	-0,2	-14	10	11	-9
Уровень смертности	3	-2	-9	12	-2	6	12	-23	1	-6
Объем реализованной собственной продукции	40	34	-62	26	-94	9	9	-57	-90	15
Объем реализованной поставленной продукции	-194	-25	-140	-4	150	-67	45	114	22	-14
Объем реализованной электроэнергии, газа и воды	9	7	-355	19	5	-11	24	5	12	-9
Налог на доходы физических лиц	-17	-8	24	-20	-6	6	5	-3	-6	11
Налоги на совокупный доход (млн руб. на тыс. жителей)	-38	-17	53	-64	-13	17	-49	-6	-18	12
Налоги на имущество	-31	-16	54	-37	-39	20	5	-54	-226	20
Средняя заработная плата	-17	-1	-18	-4	12	-13	-5	19	17	-8
Общая жилая площадь на одного жителя	2	-2	3	1	-3	3	6	-10	-5	2
Общие расходы на образование	-7	-4	37	-33	13	-6	-117	13	0	2
Объем затрат на охрану окружающей среды	15	18	-22	6	-71	5	1	6	-23	11
Объем выброшенных загрязняющих веществ	-20	-31	15	-16	11	-2	-4	8	10	-4

Из табл. 3 видно, что отклонения значений показателей, полученных с помощью модели экологически устойчивого развития, могут быть как положительными, так и отрицательными. Это означает, что одни показатели лежат выше, а другие ниже модельных значений. В дальнейшем в качестве эталона будем брать значения показателей модели экологически устойчивого развития города.

Рейтинг городов по каждому показателю оценивается в баллах по величине отклонений показателей. Для показателей число умерших, объем выброшенных загрязняющих веществ коэффициент рейтинга города тем выше, чем меньше отклонение фактического значения от «эталонной» величины показателя. Например, по показателю «Число умерших» максимальный балл получает Томск (отклонение -23 %). Для остальных показателей коэффициент рейтинга устанавливается тем выше, чем больше отклонение фактического значения от «эталонной» величины показателя. В табл. 4 представлены значения коэффициентов рейтинга по показателям городов.

Таблица 4

Коэффициенты рейтинга

Название показателя	Волгоград	Екатеринбург	Казань	Нижний Новгород	Новосибирск	Омск	Самара	Томск	Уфа	Челябинск
Уровень рождаемости	1	5	10	4	7	6	2	8	9	3
Уровень смертности	4	7	9	1	6	3	2	10	5	8
Объем реализованной собственной продукции	10	9	3	8	1	5	6	4	2	7
Объем реализованной поставленной продукции	1	4	2	6	10	3	8	9	7	5
Объем реализованной электроэнергии, газа и воды	7	6	1	9	5	2	10	4	8	3
Налог на доходы физических лиц	2	3	10	1	5	8	7	6	4	9
Налоги на совокупный доход (млн руб. на тыс. жителей)	3	5	10	1	6	9	2	7	4	8
Налоги на имущество	5	6	10	4	3	8	7	2	1	9
Средняя заработная плата	2	7	1	6	8	3	5	10	9	4
Общая жилая площадь на одного жителя	6	4	9	5	3	8	10	1	2	7
Общие расходы на образование	3	5	10	2	9	4	1	8	6	7
Объем затрат на охрану окружающей среды	9	10	3	7	1	5	4	6	2	8
Объем выброшенных загрязняющих веществ	9	10	1	8	2	5	6	4	3	7

Рейтинг города определяется как среднееарифметическое значение коэффициентов рейтинга по всем показателям. На рис. 3 представлен график изменения рейтинга городов (сплошная линия), а также рейтинг городов (штриховая линия), полученный по четырем показателям: уровень рождаемости, уровень смертности, объем затрат на охрану окружающей среды, объем выброшенных загрязняющих веществ.

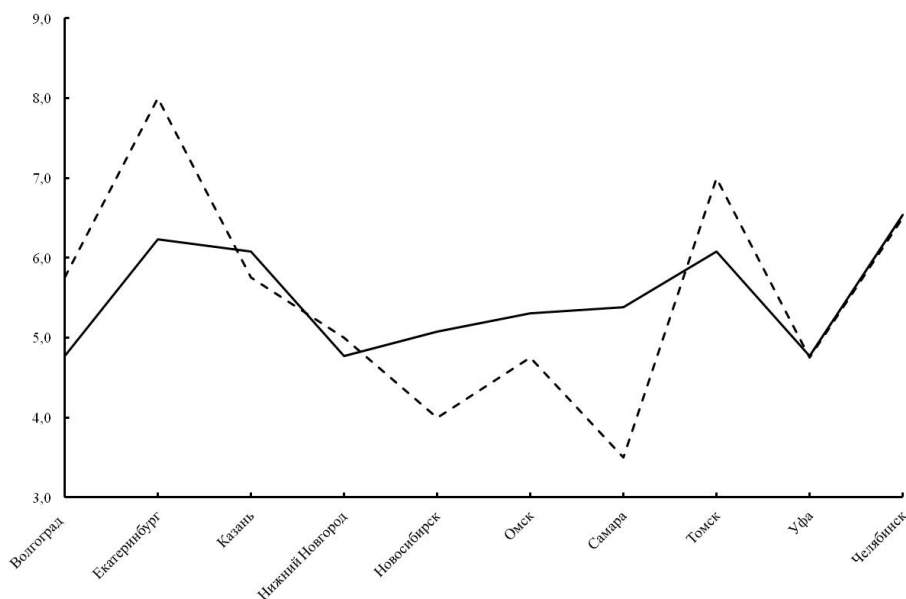


Рис. 3. Рейтинг городов

Заключение

Рассмотрена задача анализа эффективности социально-экономических систем. Для решения задачи предлагается использовать метод собственных состояний. Представлены основные соотношения метода собственных состояний. Возможности метода демонстрируются на примере задачи анализа экологически-устойчивого развития городов.

Литература

1. Первадчук, В.П. Математическая модель прогнозирования финансового состояния предприятия / В.П. Первадчук, И.Б. Масенко // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 4 (1) – С. 231–236.
2. Платонов, А.Н. Разработка имитационных систем для анализа рисков на производственном предприятии / А.Н. Платонов // Вестник Челяб. гос. ун-та. – 2010. – № 3 (184) – С. 101–105.
3. Хуснутдинов, И. Г. Разработка модели анализа для оценки стратегического развития предприятия / И.Г. Хуснутдинов // Вестник Челяб. гос. ун-та. – 2009. – № 19 (157). – С. 161–163.
4. Маракуева, М.А. Экономический анализ инвестиционной активности предприятий на основе данных анкетных опросов предприятий / М.А. Маракуева // Прикладная экономика. – 2006. – № 1. – С. 43–54.
5. Чернышова, Г.Ю. Методика оценки конкурентоспособности промышленного предприятия с использованием моделей искусственного интеллекта / Г.Ю. Чернышова // Вестник Саратов. гос. социал.-экон. ун-та. – 2009. – № 4 (28). – С. 200–202.
6. Мокеев, В.В. Об использовании метода главных компонент при построении регрессионных моделей / В.В. Мокеев // Наука ЮУрГУ. Секции экономики, управления и права: материалы 63-й науч. конф. / Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2011. – Т. 3.– С. 130–133.
7. Мокеев, В.В. Решение проблемы собственных значений в задачах многофакторного анализа экономических систем / В.В. Мокеев // Экономика и математические методы. – 2010. – № 4. – С. 82–90.
8. Мокеев, В.В. Анализ главных компонент как средство повышения эффективности управленческих решений в предпринимательских структурах / В.В. Мокеев, В.Г. Плужников // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Экономика и менеджмент». – 2011. – Вып. 20. – № 41 (258). – С. 149–154.

Мокеев Владимир Викторович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой информационных систем, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); mokeyev@mail.ru.

Воробьев Денис Анатольевич, аспирант кафедры информационных систем, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); denis74.chel@mail.ru.

Поступила в редакцию 6 февраля 2014 г.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF PROCESSES OF IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS BY METHOD OF THE EIGENSTATES

V.V. Mokeyev, *South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,*
mokeyev@mail.ru,

D.A. Vorobyov, *South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,*
denis74.chel@mail.ru

The problem of analyzing the effectiveness of processes in socio-economic systems is considered. The analysis of the efficiency of the processes is based on the structure of the "perfect image" of their behavior. To isolate the states that correspond to the "perfect image" of behaviour there are encouraged to use a method of the eigenstates, which is the development of principal component analysis. Effectiveness of the method of the eigenstates is demonstrated on the example of sustainability regional socio-economic systems. Paper demonstrates potential of the method, not only in determining the relationships between processes, but also measurements them.

Keywords: socio-economic systems, eigenstates analysis, efficiency.

References

1. Pervadchuk V.P., Masenko I.B. [Mathematical Model for Forecasting the Financial Condition of the Company]. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N.I. Lobachevsky*, 2011, no. 4 (1), pp.231–236. (in Russ.)
2. Platonov A.N. [Development of Simulation Systems for Risk Analysis in a Manufacturing Enterprise]. *Bulletin of the Chelyabinsk State University*, 2010, no. 3 (184), pp.101–105. (in Russ.)
3. Khusnutdinov I.G. [Development of Model Analysis to Assess the Company's Strategic Development]. *Bulletin of the Chelyabinsk State University*, 2009, no. 19 (157), pp. 161–163. (in Russ.)
4. Marakueva M.A. [Economic Analysis of Investment Activity of the Enterprises on the Basis of Questionnaires Enterprises]. *Applied Economics*, 2006, no. 1, pp. 43–54. (in Russ.)
5. Chernysheva G.Y. [Methodology to Evaluate the Competitiveness of Industrial Enterprises Using Artificial Intelligence Models]. *Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University*, 2009, no. 4 (28), pp. 200–202. (in Russ.)
6. Mokeev V.V. On the Use of Principal Component Regression Models in the Construction [Ob ispol'zovanii metoda glavnyKh component pri postroenii regressionnyKh modeley]. *Materialy 63 nauch. konf. "Nauka YuUrGU. Sektsiya ekonomiki, upravleniya i prava"* [Proc. of the 63rd scientific. conf. "Science SUSU. Section of Economics, Management and Law"]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2011, vol. 3, pp. 130–133.
7. Mokeev V.V. [Solution of Eigenvalues Problem in the Tasks of Multivariate Analysis of Economic Systems]. *Economics and Mathematical Methods*, 2010, no. 4, pp. 82–90. (in Russ.)
8. Mokeev V.V., Pluzhnikov V.G. [Principal Component Analysis as a Mean of Increasing of Efficiency of Administrative Decisions in Entrepreneurial Structures]. *Bulletin of the South Ural State University "Economics and Management"*, 2011, iss. 20, no. 41 (258), pp. 149–154. (in Russ.)

Received 6 February 2014