Для цитирования: Экономика региона. — 2015. — №4. — С. 40-53.

doi 10.17059/2015-4-4

УДК 330.8

А. А. Ку克林, Г. П. Быстрый, С. А. Охотников, Е. В. Васильева
Институт экономики УрО РАН (Екатеринбург, Российская Федерация)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОМОГРАФИЯ: ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕДВИДЕТЬ И РЕАГИРОВАТЬ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ¹

В статье рассматривается подход, базирующийся на авторской гипотезе, связанной с особенностями развития России (с одной стороны, масштабы, российский менталитет и определенная закрытость экономики, с другой стороны, значительный доминирующий ресурсный и человеческий потенциал, и, как следствие, реальная роль в мировом экономическом сообществе), диагностика которых (на уровне благосостояния личности и территории проживания) выявляет кризисы, оценивает угрозы социально-экономического развития регионов на ранних стадиях, а также помогает оценить состояние региона на 3-5 лет. Иными словами, управленцы располагают временем, необходимым для достаточно оперативного реагирования на кризисные явления и управленческие ошибки, снижения последствий возникающих угроз. Цель настоящей статьи — представить теоретико-методологический и методический инструментарий распознавания на ранних стадиях появляющихся угроз, позволяющий с меньшими потерями входить в кризисный период.

Проведены вычислительные эксперименты с целью классификации ранее имевших место социально-экономических кризисов (рассмотрены 9 возможных вариантов), математически обработаны траектории изменения основных показателей применительно к благосостоянию личности и территории проживания с учетом влияния различных факторов. На основе предлагаемого авторского подхода (экономической томографии) сделана попытка комплексно оценить состояние типовых представительных регионов России.

Ключевые слова: экономическая томография, благосостояние личности и территории проживания, автокорреляция сдвиговой функции параметров, классификатор кризисов, система нелинейных неоднородных дифференциальных уравнений

Введение

Благосостояние — это сложная социально-экономическая категория, которая объективно характеризует обеспеченность территории жизненно необходимыми благами и степень удовлетворения потребности населения (подробно рассмотрено авторами в [1, 2]). Оценка благосостояния проводится на уровне личности и на уровне территории проживания как взаимосвязанных и нераздельных сфер функционирования экономики территории (региона).

Оставляя приоритет за оценкой на уровне личности, авторы делают допущение о возможности сопоставления этих двух составляющих.

Выделено 8 модулей благосостояния личности и территории проживания:

— для оценки благосостояния на уровне личности: духовный, витальный, социальный и модуль благополучия (I);

— для оценки благосостояния на уровне территории проживания: ресурсный, экономико-политический, инфраструктурный и модуль благополучия (II). В процессе исследования принято решение о нецелесообразности математической оценки духовного и витального модулей. Уровень их развития определяется экспертной оценкой и корректируется в общей оценке благосостояния коэффициентами в диапазоне 0,9–1,1.

На базе методического инструментария [2] выполнен индикативный анализ благосостояния личности и территории проживания применительно к субъектам Уральского федерального округа. Выбранные субъекты представляются нам типовыми: Свердловская область — индустриальный промышленный регион с высокой степенью инновационной активности, и образовательного и научно-исследовательского потенциала; Челябинская область

¹ © Ку克林 А. А., Быстрый Г. П., Охотников С. А., Васильева Е. В. Текст. 2015.

В данной статье продолжено изучение вопросов, поднятых в статье А. А. Куклиной, А. В. Найдёнова, Н. Л. Никулиной и Т. В. Тарасевой «Трансформация теоретико-методологических подходов и методического инструментария диагностики благосостояния личности и территории проживания. Ч. I. От распространенных до альтернативных подходов к диагностике. История вопроса» (Экономика региона. 2014. №3. С. 22-37) [1].

— имеет те же характеристики, но с наличием особенностей приграничной территории; ХМАО и ЯНАО — территории с доминированием энергетического ресурсного комплекса, особенностями северного проживания и логистики; Тюменская область — регион, во многом зависящий по территориальному районированию от автономных образований, но имеющий свою образовательную и научно-исследовательскую структуру; Курганская область — территория, незначительная по размерам, включающая и продовольственную инфраструктуру, и отдельные промышленные предприятия.

Всего было использовано около 140 показателей по каждой территории. Период анализа составил с 1998 г. по 2014 г. Обилие показателей, разнонаправленность и их возможное дублирование (хотя была проведена их оценка на мультиколлинеарность), трудности оперативной оценки, сбора и проведения расчетов вынудили нас прибегнуть к экономической томографии отобранных индикаторов.

Экономическая томография — это получение информации о распределении влияния интересующих факторов на разных уровнях структуры социально-экономического состояния, позволяющей выбрать и оценить предпочтения при различных вариантах его развития, а также смоделировать экстремальные изменения отдельных модулей и системы в целом.

Отбор показателей

Диалектика исследования в статье представлена на примере Свердловской области — одного из вышеприведенных типопредставителей. Отобрано 14 основных и 17 взаимовлияющих показателей. Основные показатели благосостояния личности и территории проживания рассмотрены с учетом скорости изменения временного ряда, скорости изменения автокорреляции и аналога импульсной характеристики самих показателей. Аналог импульсной характеристики указывает на способность показателя к изменению как по модулю, так и по направлению. Эта характеристика далее будет использоваться для определения силовой характеристики, которая действует на основной показатель со стороны других показателей.

Скорость изменения показателя. Для выявления скачков показателя при кризисе вычислялась скорость его изменения $V(t) = dX(t)/dt$ [3] (см. табл. 1).

Автокорреляционная функция. Информативным является подход, связанный с определением автокорреляции параметров, входящих в различные модули благосостояния

личности и территории проживания. Данный подход позволяет из всего многообразия параметров выбрать наиболее значимо влияющие на благосостояние.

Определение автокорреляционной функции позволяет говорить о характеристиках одного параметра и взаимной связи разных показателей или разных частей одного показателя. По поведению автокорреляционной функции можно судить о сходстве двух параметров и их поведении. Автокорреляция — корреляционная связь между значениями одного и того же процесса в различные моменты времени. Функция, характеризующая эту связь, называется автокорреляционной функцией [3, 4]. Автокорреляционная функция — это характеристика показателя, которая помогает находить повторяющиеся участки сигнала или определять несущую частоту сигнала, скрытую из-за наложений шума и колебаний на других частотах. При анализе временных рядов автокорреляционная функция характеризует внутреннюю зависимость между временным рядом показателя и тем же рядом, но сдвинутым на некоторый промежуток времени τ . В общем случае формула нахождения сдвиговой функции автокорреляции $C(\tau)$ представляется как

$$C(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)X(t+\tau)}{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)X(t)}, \quad (1)$$

где t — время; $X(t)$ — значение показателя в момент времени t ; $X(t+\tau)$ — значение показателя со сдвигом во времени; τ — сдвиг во времени; k — максимальное значение t ; $\max \tau$ — максимальное значение сдвига τ . Результаты численных расчетов по сдвиговой функции автокорреляции параметров представлены в таблице 2. Для лучшего выявления всплесков показателей при кризисе была построена производная сдвиговой функции автокорреляции $dC(\tau)/d\tau$ (см. табл. 1).

Для определения взаимокорреляции двух показателей нужно внести изменения в исходную функцию (1), изменив один из показателей. После преобразования функция будет выглядеть как

$$C(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)Y(t+\tau)}{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)Y(t)}, \quad (2)$$

где $Y(t)$ — значение второго показателя, отличного от $X(t)$ [3]. Наличие или отсутствие корре-

Таблица 1

Характеристики отдельных показателей благосостояния личности и территории проживания. Свердловская область

Название показателя	Временной ряд показателя и скорость его изменения	Коэффициент сдвиговой функции автокорреляции	Скорости изменения сдвиговой функции автокорреляции	Импульсная характеристика показателя
Социальный модуль				
Коэффициент естественного прироста населения в анализируемом периоде
Экономико-политический модуль				
Темп прироста ВРП

ляции говорит о степени хаотичности поведения рассматриваемой системы. Если сравнить две корреляционные зависимости для разных составляющих одной системы, то можно получить информацию о взаимной корреляции этих составляющих в рамках одного исследования. Этим путем можно также определять различия в состояниях рассматриваемой системы при том или ином кризисе.

На основе выражения (2) была рассчитана матрица коэффициентов взаимовлияния показателей. На основе анализа данной матрицы выявлены второстепенные показатели, которые влияют на основной показатель (см. табл. 2). Данный отбор осуществлялся не только по значениям коэффициентов взаимовлияния, но и в связи с экономическим взаимодействием показателей.

Из всего многообразия основных показателей были выбраны основные тройки взаимодействующих показателей (8 тройных пар и 1 двойная пара, см. табл. 3). Данный отбор осуществлялся с помощью функции тройной корреляции и скорости ее изменения:

$$C(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)Y(t)Z(t+\tau)}{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)Y(t)Z(t)}, \quad (3)$$

$X(t), Y(t), Z(t)$ — значения индикаторов [10].

Силовая характеристика. В таблице 1 приведен аналог импульсной характеристики [5] для каждого из параметров. Данная величина показывает, насколько каждый из параметров способен изменяться по модулю и направлению (больше или меньше 0), а также как сильно может влиять на другие параметры. Вычисления производились по формуле

$$p(\tau, t) = C(\tau)V(t) = \frac{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)X(t+\tau)}{\sum_{t=1}^{k-\max \tau} X(t)X(t)}V(t). \quad (4)$$

Основные виды кризисов

Для математического описания взаимодействия трех показателей была предложена следующая система нелинейных неоднородных

Таблица 2

Матрица коэффициентов взаимовлияния показателей (сдвиговая функция взаимокорреляции).

Свердловская область

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,000	0,451	0,466	0,439	0,442	0,362	0,533	0,354	0,301	0,301	0,491	0,342	0,567	0,404
2	1,019	1,000	1,026	1,027	1,027	1,030	1,022	1,035	1,035	1,035	1,024	1,033	1,020	1,029
3	0,984	0,979	1,000	0,978	0,978	0,976	0,983	0,973	0,972	0,972	0,98	0,974	0,983	0,977
4	1,035	1,046	1,045	1,000	1,047	1,051	1,041	1,056	1,055	1,055	1,043	1,053	1,036	1,049
5	1,252	1,383	1,367	1,395	1,000	1,468	1,305	1,522	1,577	1,577	1,340	1,509	1,271	1,437
6	1,179	1,228	1,224	1,232	1,231	1,000	1,202	1,273	1,261	1,261	1,216	1,255	1,189	1,241
7	0,733	0,681	0,687	0,678	0,677	0,654	1,000	0,614	0,635	0,635	0,713	0,658	0,707	0,666
8	2,471	2,673	2,650	2,694	2,637	2,818	2,458	1,000	2,725	2,725	2,582	2,760	2,429	2,726
9	1,714	2,189	2,147	2,218	2,275	2,356	1,966	2,621	1,000	2,649	2,084	2,500	1,859	2,332
10	1,115	1,153	1,150	1,156	1,156	1,169	1,135	1,187	1,186	1,000	1,142	1,177	1,120	1,165
11	0,964	0,953	0,954	0,952	0,95	0,946	0,955	0,948	0,937	0,937	1,000	0,942	0,963	0,948
12	1,373	1,557	1,541	1,570	1,581	1,628	1,473	1,729	1,732	1,732	1,513	1,000	1,418	1,614
13	0,83	0,79	0,795	0,786	0,787	0,765	0,814	0,752	0,744	0,744	0,804	0,757	1,000	0,775
14	1,159	1,227	1,221	1,233	1,237	1,259	1,193	1,292	1,301	1,301	1,208	1,278	1,172	1,000

□ — первичное влияние на основной показатель; □ — вторичное влияние на основной показатель. Показатели: 1 — коэффициент естественного прироста населения в анализируемом периоде; 2 — ожидаемая продолжительность жизни при рождении; 3 — индекс потребительских цен на продовольственные товары; 4 — коэффициент Джини; 5 — уровень долговой нагрузки на региональный бюджет; 6 — доля государственных расходов на образование в ВРП; 7 — темп прироста ВРП; 8 — объем просроченной задолженности по выданным ипотечным кредитам в общем объеме выданных ипотечных кредитов; 9 — отношение бюджетных расходов на здравоохранение к ВРП; 10 — отношение среднего уровня денежных доходов 10% самых высокодоходных слоев населения к 10% самых низкодоходных слоев населения; 11 — уровень общей безработицы; 12 — инвестиции в основной капитал на душу населения; 13 — доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума в общей численности населения; 14 — производительность труда.

Таблица 3

Классификатор типовых кризисных ситуаций*

I. Годичные кризисы
<p>Кризис малоскоростной, не деформирующий структуру показателей, не позволяет преодолеть более 1/3 K1. $D_0 = 1.09, a_0 = 0.03, a_{12} = 1.01, b_0 = -5, b_1 = 4.1, b_{01} = 4.5, b_{02} = 1.01, b_{12} = 1.01, c_{01} = 5.9, c_{12} = 1.01$</p> <p>Кризис, не деформирующий структуру показателей, хотя преодолевает более 1/3 K1. $D_0 = 3.09, a_0 = 2.1, a_{12} = 3.03, b_0 = -30, b_1 = 4.1, b_{01} = 28.5, b_{02} = 0.07, b_{12} = 3.03, c_{01} = 43, c_{12} = 3.03$</p> <p>Кризис, не деформирующий структуру показателей, хотя преодолевает более 1/3 K2. $D_0 = 6.09, a_0 = 2.1, a_{12} = 7.07, b_0 = -60, b_1 = 4.1, b_{01} = 28.5, b_{02} = 0.07, b_{12} = 6.09, c_{01} = 43, c_{12} = 6.06$</p>
II. Трехгодичные кризисы
<p>Кризис высокоскоростной, деформирующий структуру показателей, преодолевает барьер K3. $D_0 = 7.09, a_0 = 2.1, a_{12} = 7.07, b_0 = -70, b_1 = 4.1, b_{01} = 28.5, b_{02} = 0.07, b_{12} = 7.07, c_{01} = 43, c_{12} = 7.07$</p> <p>Трехгодичный кризис, характеризующийся следующими параметрами: динамика изменения основного показателя по выбранному модулю не позволяет преодолеть порог от K1 к K2; отобранные вспомогательные показатели имеют тенденцию к замене мест показателей. $D_0 = 10.09, a_0 = 3, a_{12} = 10.1, b_0 = -100, b_1 = 4.1, b_{01} = 4.5, b_{02} = 0.1, b_{12} = 10.1, c_{01} = 59, c_{12} = 10.1$</p> <p>Кризис, не деформирующий структуру показателей, не преодолевает более 1/3 K2. $D_0 = 15.09, a_0 = 4.5, a_{12} = 15.01, b_0 = -150, b_1 = 60, b_{01} = 60.5, b_{02} = 0.15, b_{12} = 1.01, c_{01} = 5.9, c_{12} = 1.01$</p>

II. Трехгодовые кризисы		
<p>НО</p>	<p>НО</p>	<p>Кризис высокоскоростной, деформирующий структуру показателей, преодолевает барьер К3.</p> <p>$D_0 = 27.09, a_0 = 3, a_{12} = 10.1, b_0 = -100, b_1 = 4.1, b_{01} = 4.5, b_{02} = 0.1, b_{12} = 10.1, c_{01} = 59, c_{12} = 10.1$</p>
<p>НО</p>	<p>Кризис, не деформирующий структуру показателей, преодолевает более 1/3 К2.</p> <p>$D_0 = 17.09, a_0 = 4.5, a_{12} = 15.01, b_0 = -150, b_1 = 60, b_{01} = 60.5, b_{02} = 0.15, b_{12} = 1.01, c_{01} = 90, c_{12} = 15.01$</p>	<p>НО — нормализованная оценка; ПКЗ — предкризис 3 (от 0,666 до 0,999); К1 — кризис 1 (от 1 до 1,399); К2 — кризис 2 (от 1,4 до 1,799); К3 — кризис 3 (от 1,8 до 2,1) (в скобках указаны нормализованные оценки для данного индикатора). Жирной точкой указаны годовые значения нормализованной оценки; a_{12} — коэффициент попарного воздействия второго и третьего показателей на скорость изменения основного; b_0 — коэффициент линейного воздействия основного показателя на скорость его изменения; b_1 — коэффициент линейного воздействия второго порядка на скорость его изменения; $b_{01}(c_{01})$ — коэффициент попарного воздействия основного и второго показателей на скорость изменения вторичного (третичного); b_{02} — коэффициент попарного воздействия основного и третьего показателей на скорость изменения вторичного; $b_{12}(c_{12})$ — коэффициент попарного воздействия второго и третьего показателей на скорость изменения вторичного (третичного).</p>
III. Пятилетний кризис	<p>НО</p>	<p>Пятилетний кризис, характеризующийся следующими параметрами: динамика изменения основного показателя по выбранному модулю позволяет преодолеть порог от К1 к К2; отобранные вспомогательные показатели имеют тенденцию к замене мест показателей.</p> <p>$D_0 = 0.09, a_0 = 0.3, a_{12} = 1.01, b_0 = -10, b_1 = 4.1, b_{01} = 4.5, b_{02} = 0.05, b_{12} = 1.01, c_{01} = 5.9, c_{12} = 1.01$</p>

* Таблица приводится в авторской редакции.

дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами:

$$\begin{cases} \frac{dx_0}{dt} = a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_{00} (x_0)^2 + \\ + (a_{01} + a_{10}) x_0 x_1 + (a_{02} + a_{20}) x_0 x_2 + a_{11} (x_1)^2 + \\ + (a_{12} + a_{21}) x_1 x_2 + a_{22} (x_2)^2 + D_0, \\ \frac{dx_1}{dt} = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{00} (x_0)^2 + \\ + (b_{01} + b_{10}) x_0 x_1 + (b_{02} + b_{20}) x_0 x_2 + b_{11} (x_1)^2 + \\ + (b_{12} + b_{21}) x_1 x_2 + b_{22} (x_2)^2 + D_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = c_0 x_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_{00} (x_0)^2 + \\ + (c_{01} + c_{10}) x_0 x_1 + (c_{02} + c_{20}) x_0 x_2 + \\ + c_{11} (x_1)^2 + (c_{12} + c_{21}) x_1 x_2 + c_{22} (x_2)^2 + D_2, \end{cases} \quad (5)$$

где x_0 — основной показатель, x_1 и x_2 — показатели вторичного влияния на основной показатель; a_i , b_i , c_i ($i = 0, 1, 2$) — коэффициенты линейного воздействия показателей на скорость их изменения, a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} ($i = 0, 1, 2$; $j = 0, 1, 2$) — коэффициенты попарного воздействия i показателя на j и на скорость их изменения. Данная система не только учитывает линейный вклад от показателей, но и описывает их попарное взаимодействие [10].

Система решалась с помощью программного комплекса Mathsoft Apps Mathcad методом Рунге — Кутты 4-го порядка [6, 11].

В результате решения полученной системы численными методами [12] при заданных начальных условиях были получены виды основных кризисов, которые представлены в таблице 3.

Данные виды основных кризисов характеризуются следующими показателями: скорость входа в кризис (высокоскоростной или малоскоростной вход), глубина кризиса (преодоление уровней K1, K2, K3), продолжительность кризиса, ускоряющие и замедляющие показатели, начальная точка входа в кризис, инерционность относительного входа в различные уровни кризисности.

Расчет обобщенного нормализованного показателя

1. Вычислялась матрица взаимовлияния показателей на основе функции тройной (двойной) корреляции (2) и (3) и ее усреднения:

$$\bar{C}(\tau) = \frac{\sum_{\tau=1}^{\max \tau} C(\tau)}{\max \tau}, \quad (6)$$

τ — сдвиг во времени; k — максимальное значение t ; $\max \tau$ — максимальное значение сдвига τ .

2. На основе полученной матрицы придавались весовые коэффициенты показателям, и вычислялся обобщенный нормализованный показатель:

$$HO_f = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i HO_i}{n-1}, \quad (7)$$

где HO_i — нормализованная оценка i показателя с весовым коэффициентом α_i .

Также была предпринята попытка вычислить влияние остальных неучтенных показателей на основной. Для этого вычислялась матрица взаимовлияния показателей на основе функции тройной (двойной) корреляции (2) и (3) по всем неучтенным показателям, а затем, с учетом знака импульсной характеристики (4), вычислялась нормализованная оценка:

$$HO_j = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i HO_i \text{sign}(p_i(\tau, t))}{n-1}, \quad (8)$$

где HO_i — нормализованная оценка i -го показателя с весовым коэффициентом α_i , $\text{sign}(p_i(\tau, t))$ — знак импульсной характеристики $p_i(\tau, t)$ i -го показателя.

Каждая нормализованная оценка вычислялась по формулам (7) и (8) отдельно по годам. На рис. 1а представлена трехмерная картина инвертированной (относительно оси OZ) нормализованной оценки по годам для всех 14 отобранных показателей без учета влияния. На рис. 1б представлена трехмерная картина HO с учетом совместного взаимодействия показателей.

Поведение точки поворота

Рассмотрим поведение точки в зависимости от следующих характеристик (см. рис. 2а): скорость изменения показателя (нормализованной оценки) $V(t) = dX(t) / dt$, производная «функции кризисности» $dL(t) / dt$ и показатель Хёрста. Будем считать показатель величиной положительной, то есть $X(t) \geq 0$, а также что его значение в точке 1 на рис. 2а больше, чем в точке 2 ($X(t_1) \geq X(t_2)$).

«Функцию кризисности» введем в следующем виде:

$$L(t) = \frac{1}{2} (X(t))^2 \geq 0. \quad (9)$$

Производная данной функции по времени, которая имеет вид $dL(t) / dt = X(t)(dX(t) / dt)$, описывает резкую смену тенденции показателя.

Рис. 1. Поверхность нормализованной оценки без влияния (а) и с влиянием показателей (б)

Рис. 2. Поведение точки поворота показателя нормализованной оценки (а) ее основные характеристики; б) зависимость нормализованной оценки от вязкости уровней

теля, то есть улавливать переходы на уровни K1, K2, K3. Если $X(t) \geq 0$, то при его уменьшении производная «функции кризисности» имеет отрицательный знак, т. е. чтобы уловить переходы на K1, K2, K3, необходимо выявить временные участки, в которых $dL(t)/dt < 0$.

Показатель Хёрста H удобен тем, что принимает значения от 0 до 1 и показывает на тенденцию дальнейшего развития показателя [7, 8]. При $0 < H < 0,5$ у показателя происходит локальная смена тенденции, например, с убывающей на возрастающую. При $0,5 < H < 1$ — со-

хранение тенденции, то есть если показатель убывал, то он продолжает убывать. $H = 0,5$ — случайный процесс. Для удобства расчета показатель Хёрста вычислялся по агрегированным временным рядам [8].

Для описания уровней кризисов (K1, K2, K3) воспользуемся характеристикой, связанной с сопротивлением уровней кризисности и учитывающей переходах уровней между собой или движении внутри уровня [9]. Поэтому введем понятие «вязкость уровней», которая рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta(X(t)) = a \cdot \exp(bX(t)), \quad (10)$$

где a, b — константы, присущие данному показателю (см. рис. 2 б). Параметры функции «вязкость уровней»: $a = 1, b = -1$.

Далее с помощью этой характеристики проводим сравнение силовых характеристик, т. е. $dp/dt = d(CV)/dt$ и $\eta(dV/dX)$ [5]. Аналог инерционной силы характеризует способность показателя изменять свою скоростную характеристику в определенный момент времени за счет влияния других параметров и без какого-либо влияния. Данная характеристика позволит отследить возможное направление движения показателя. Вязкостная сила характеризует, насколько уровни способны удерживать показатель, а также изменяет качественные характеристики уровней кризисности. Например, на уровне K2 вязкость меньше, чем в K1, поэтому показателю легче перейти из K2 в K1, чем из K1 в ПК3. В результате, если $dp/dt > \eta(dV/dX)$, показатель меняет тенденцию с убывающей на возрастающую; если $dp/dt = \eta(dV/dX)$, показатель остается в пределах одного уровня, а в случае $dp/dt < \eta(dV/dX)$ показатель продолжает убывать.

Анализ присутствия кризисов (на примере Свердловской области)

Выполненная по модулям оценка благосостояния личности и территории проживания выявила томографическую картину, представленную в таблице 4¹:

1. Социальный модуль, несмотря на нахождение, например, показателя «коэффициент естественного прироста населения» в зоне относительно нормального уровня (влияние демографической волны) с учетом влияния остальных основных показателей реально соответствует уровню предкризиса ПК3 (начало пятилетнего кризиса 2014–2018 гг.).

2. Что касается показателя «индекса потребительских цен на продовольственные товары» («модуль благополучия I»), он удерживается за счет взаимовлияния других показателей в зоне кризиса K1 с последующим ухудшением и балансировкой на уровне K2 в 2015 г.

¹ Местоположение точки траектории каждого показателя соответствует местоположению точек и взаимовлиянию остальных 13 показателей в конкретный год. Только их индивидуальное и комплексное влияние позволяет говорить о начале, продолжении и выходе из определенного типа кризиса. Так же как о текущем переходе в другой тип кризиса, например, из годовичного не деформирующего структуру показателей (хотя и преодолевает более 1/3 кризиса K1) в трехгодичный кризис (входит в кризис K2).

Коэффициент Джини, несмотря на ухудшающее комплексное влияние других показателей, стабильно удерживается в зоне предкризиса ПК3.

3. Показатель «увеличение уровня долговой нагрузки на регион» находится (без учета сил поддержки и падения) в зоне кризиса K2, а на самом деле — в зоне кризиса K1.

4. Наиболее чутко реагирует показатель «темпы прироста ВРП» (экономико-политический модуль): в 2007 г. — в зоне относительно нормального уровня, в 2008 г. — в зоне предкризиса ПК3, а в 2009 г. — в зоне кризиса K2. На самом деле, с учетом взаимодействия других показателей, 2009 г. мы наблюдаем значительно меньшее влияние оставшихся показателей (кризис K1), то есть система, характеризующая социально-экономическое состояние региона может комплексно сопротивляться разрушающему влиянию кризиса. В трехмерной картине инвертированной нормализованной оценки по годам для всех 14 отобранных показателей без учета комплексного влияния имеем ярко наблюдаемый провал показателя «Темпы прироста ВРП» (см. рис. 1а) и его сглаживание при учете взаимного влияния (см. рис. 1б).

5. Разнонаправленное взаимовлияние показателей наблюдается в инфраструктурном модуле и модуле благополучия (II).

6. Можно утверждать, что хорошо идентифицируются последствия дефолта 1998 г. и возвращение к предкризисным показателям, кризис 2008–2009 гг., начало кризиса 2014 г. Это позволяет видеть определенное запаздывание, выявлять появление потенциала кризиса и силы взаимодействия различных показателей, которые в совокупности дают иную картину.

Авторы выявили следующие сферы применения экономической томографии:

- выявление латентных трендов в социально-демографическом развитии регионов [13];
- сбалансирование бюджетов территорий с акцентом на предстоящие годы;
- выбор приоритетов социально-экономических траекторий с целью оптимизации последствий кризисов;
- оценка целесообразности реализации крупных программно-технических мероприятий с позиций благосостояния личности и территории проживания;
- оценка социально-экономического плацдарма регионов для выполнения среднесрочных прогнозов [14].

Таблица 4

Томографическая картина благосостояния личности и территории проживания. Свердловская область

№ показателя		Годы														
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Основной показатель	1	1,367	1,183	1,2	1,15	0,983	1,033	0,766	0,523	0,4	0,25	0,15	0,1	0	0	0
	13	2,38	2,27	1,93	1,28	1,02	0,76	0,71	0,54	0,55	0,56	0,5	0,55	0,35	0,32	0,33
А		1,495	1,366	1,258	1,012	0,839	0,776	0,625	0,445	0,387	0,316	0,245	0,237	0,119	0,109	0,11
В		0,49	0,42	0,39	0,35	0,317	0,303	0,263	0,243	0,287	0,509	0,221	0,184	0,155	0,239	0,3
С		0,99	0,893	0,83	0,68	0,578	0,539	0,444	0,344	0,337	0,412	0,233	0,211	0,137	0,174	0,21
Суммарное влияние																
Основной показатель	3	1,633	1,033	0,6	0,75	0,667	0,6	0,575	1,067	1,108	0,133	0,783	0,167	0,367	0,317	1,067
А	5	0,25	0,251	0,25	0,25	0,252	0,251	0,252	0,249	0,256	0,243	0,269	0,671	0,689	1,344	1,667
Б	7	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0,833	5,533	0	0	0	1	1,4
В		0,6	0,402	0,38	0,31	0,28	0,258	0,25	0,413	0,811	2,642	0,323	0,211	0,281	0,876	1,385
С		1,100	0,94	0,87	0,78	0,725	0,697	0,604	0,57	0,668	1,104	0,533	0,446	0,383	0,568	0,7
Суммарное влияние		0,85	0,671	0,63	0,55	0,503	0,477	0,427	0,491	0,74	1,873	0,428	0,329	0,332	0,722	1,041
Основной показатель	4	0,61	0,68	0,56	0,79	0,98	1,05	1,14	1,33	1,35	1,3	1,32	1,25	1,3	1,3	1,23
А	6	2,239	1,742	1,371	1,187	1,206	1,247	1,075	0,872	0,746	0,618	0,913	0,771	0,522	1,193	1,564
Б	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1,293	1,836	0,664	0,293	0,027	0	0
В		0,83	0,716	0,57	0,6	0,666	0,7	0,682	0,688	0,815	0,827	0,776	0,668	0,583	0,768	0,85
С		1,153	0,985	0,91	0,82	0,76	0,731	0,633	0,598	0,702	1,157	0,56	0,469	0,403	0,597	0,73
Суммарное влияние		0,99	0,851	0,74	0,71	0,713	0,715	0,658	0,643	0,758	0,992	0,668	0,569	0,493	0,68	0,79
Основной показатель	5	0,25	0,251	0,25	0,25	0,252	0,251	0,252	0,249	0,256	0,243	0,269	0,671	0,689	1,344	1,667
А	4	0,61	0,68	0,56	0,79	0,98	1,05	1,14	1,33	1,35	1,3	1,32	1,25	1,3	1,3	1,23
Б	3	1,633	1,033	0,6	0,75	0,667	0,6	0,575	1,067	1,108	0,133	0,783	0,167	0,367	0,317	1,067
В		1,110	0,864	0,61	0,78	0,827	0,827	0,855	1,166	1,197	0,718	1,037	0,854	0,975	1,171	1,595
С		1,686	1,443	1,333	1,206	1,123	1,080	0,936	0,892	1,045	1,671	0,847	0,711	0,616	0,896	1,093
Суммарное влияние		1,398	1,153	0,97	0,99	0,975	0,953	0,896	1,029	1,121	1,195	0,942	0,783	0,795	1,033	1,344
Основной показатель	7	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0,833	5,533	0	0	0	1	1,4
А	13	2,38	2,27	1,93	1,28	1,02	0,76	0,71	0,54	0,55	0,56	0,5	0,55	0,35	0,32	0,33
Б	12	1,865	1,798	1,527	1,268	0,852	0,757	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0
В		0,92	0,876	0,83	0,53	0,399	0,313	0,206	0,152	0,433	2,003	0,141	0,155	0,099	0,423	0,56
С		0,7	0,594	0,55	0,49	0,456	0,438	0,379	0,355	0,417	0,711	0,328	0,274	0,233	0,352	0,44
Суммарное влияние		0,81	0,735	0,69	0,51	0,428	0,376	0,292	0,254	0,425	1,357	0,235	0,215	0,166	0,388	0,5
Основной показатель	9	1,36	1,343	1,373	1,324	1,264	1,075	1,05	0,976	0,892	0,781	0,735	0,665	0,583	0,572	0,44
А	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1,293	1,836	0,664	0,293	0,027	0	0
Б	2	1,053	0,88	0,98	1,053	0,93	0,908	0,588	0,417	0,375	0,267	0,2	0,118	0,083	0,032	0

Окончание на след. стр.

Окончание табл. 4

№ показателя		Годы																
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
В	С	1,203	1,072	1,155	1,189	1,081	1,003	0,767	0,621	0,947	0,994	0,583	0,392	0,261	0,213	0,15		
		2,386	2,042	1,882	1,708	1,595	1,532	1,332	1,278	1,501	2,376	1,225	1,030	0,897	1,297	1,578		
Суммарное влияние		1,794	1,557	1,519	1,448	1,338	1,268	1,050	0,949	1,224	1,685	0,904	0,711	0,579	0,755	0,86		
Основной показатель		11	0,81	0,365	0,52	0,35	0,288	0,173	0,231	0	0	0,481	0,5	0,269	0	0,019	0,05	
А		13	2,38	2,27	1,93	1,28	1,02	0,76	0,71	0,54	0,55	0,5	0,55	0,35	0,32	0,33		
Б		14	1,843	1,834	1,827	1,813	1,799	1,781	1,754	1,732	1,726	1,755	1,726	1,699	1,677	1,669	1,666	
В			1,656	1,464	1,382	1,069	0,946	0,802	0,795	0,647	0,649	0,821	0,797	0,732	0,56	0,552	0,57	
С			1,022	0,868	0,8	0,72	0,664	0,641	0,553	0,521	0,618	1,039	0,492	0,41	0,352	0,529	0,66	
Суммарное влияние			1,339	1,166	1,092	0,89	0,805	0,722	0,674	0,584	0,634	0,93	0,644	0,571	0,456	0,541	0,61	
Основной показатель		12	1,865	1,798	1,527	1,268	0,852	0,757	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	
А		14	1,843	1,834	1,827	1,813	1,799	1,781	1,754	1,732	1,726	1,755	1,726	1,699	1,677	1,669	1,666	
Б		6	2,239	1,742	1,371	1,187	1,206	1,247	1,075	0,872	0,746	0,618	0,913	0,771	0,522	1,193	1,564	
В			1,414	1,387	1,411	1,202	1,057	1,017	0,767	0,744	1,105	3,170	0,742	0,73	0,721	1,154	1,327	
С			1,683	1,439	1,330	1,201	1,118	1,074	0,932	0,887	1,042	1,685	0,842	0,706	0,61	0,893	1,092	
Суммарное влияние			1,548	1,413	1,370	1,201	1,088	1,046	0,85	0,816	1,074	2,428	0,792	0,718	0,666	1,024	1,210	
Основной показатель		13	2,38	2,27	1,93	1,28	1,02	0,76	0,71	0,54	0,55	0,56	0,5	0,55	0,35	0,32	0,33	
А		7	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0,833	5,533	0	0	0	1	1,4	
Б		11	0,81	0,365	0,52	0,35	0,288	0,173	0,231	0	0	0,481	0,5	0,269	0	0,019	0,05	
В			0,84	0,713	0,86	0,7	0,68	0,641	0,649	0,577	0,891	2,82	0,715	0,641	0,559	0,941	1,101	
С			0,89	0,757	0,7	0,63	0,582	0,558	0,484	0,455	0,534	0,893	0,424	0,354	0,303	0,452	0,56	
Суммарное влияние			1,097	0,935	0,96	0,83	0,788	0,752	0,698	0,642	0,861	2,089	0,691	0,6	0,52	0,825	0,99	
Обобщение по всем показателям Свердловской области																		
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014				
1,202	1,042	0,87	0,868	0,811	0,761	0,665	0,639	0,797	1,44	0,615	0,523	0,46	0,683	0,839				

Обобщение по всем показателям Свердловской области

А — показатель первичного влияния на основной показатель; Б — показатель вторичного влияния на основной показатель; В — показатель совместного влияния А и Б на основной показатель; С — показатель совместного влияния остальных показателей на основной показатель

Показатели:

1 — коэффициент естественного прироста населения в анализируемом периоде; 2 — ожидаемая продолжительность жизни при рождении; 3 — индекс потребительских цен на продовольственные товары; 4 — коэффициент Джинни; 5 — уровень долговой нагрузки на региональный бюджет; 6 — доля государственных расходов на образование в ВРП; 7 — темп прироста ВРП; 8 — объем просроченной задолженности по выданным ипотечным кредитам в общем объеме выданных ипотечных кредитов; 9 — отношение бюджетных расходов на здравоохранение к ВРП; 10 — отношение среднего уровня денежных доходов 10% самых высокодоходных слоев населения к 10% самых низкодоходных слоев населения; 11 — уровень общей безработицы; 12 — инвестиции в основной капитал на душу населения; 13 — доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума в общей численности населения; 14 — производительность труда.

Н	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ПК1	1,202	1,042	0,87	0,868	0,811	0,761	0,665	0,639	0,797	1,44	0,615	0,523	0,46	0,683	0,839
ПК2															
ПК3															
К1															
К2															
К3															

Заключение

Проведенное исследование и выполненные расчеты позволили получить диагностическую картину благосостояния личности и территории проживания по отдельному субъекту РФ. Авторы пришли к выводам, что имеется возможность четко диагностировать кризисы, оценивать угрозы и пытаться входить более уверенно в кризисные периоды, при этом опираясь на наименее подверженные кризисам показатели. Выявлены внутренние взаи-

модействия основных и дополнительных показателей. Предложенные трафареты кризисов (9 вариантов кризисов, табл. 3), математически обработаны и могут быть использованы для характеристики социально-экономического развития территорий. Экономическая томография, предложенная в статье как оригинальный авторский подход, позволяет подробно констатировать взаимодействие не только отдельных показателей, но и целых групп показателей, а также видеть перспективу развития на 3-5 лет.

Благодарность

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда (проект № 14-18-00574 «Информационно-аналитическая система «Антикризис»: диагностика регионов, оценка угроз и сценарное прогнозирование с целью сохранения и усиления экономической безопасности и повышения благосостояния России»).

Список источников

1. Трансформация теоретико-методологических подходов и методического инструментария диагностики благосостояния личности и территории проживания. Ч. I. От распространенных до альтернативных подходов к диагностике. История вопроса / Куклин А. А., Найденов А. С., Никулина Н. Л., Тарасьева Т. В. // Экономика региона. — 2014. — №3. — С. 22-37.
2. Комплексная методика диагностики благосостояния личности и территории проживания / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А. А. Кукулина и член-корр. РАН В. П. Чичканова. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2015. — 136 с.
3. Елисеева И. И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики: учебник / Под ред. И. И. Елисеевой. — 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 480 с.
4. Экономика / Сулов В. И., Ибрагимов Н. М., Талышева Л. П., Цыплаков А. А. — Новосибирск: СО РАН, 2005. — 744 с.
5. Арнольд В. И. Математические методы классической механики. — 5-е изд., стереот. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 416 с.
6. Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. Т. 2. — М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. — С. 16-30.
7. Федер Е. Фракталы : пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 254 с.
8. Mandelbrot B. Statistical Methodology for Non-Periodic Cycles. From the Covariance to R/S Analysis. Annals of Economic Social Measurement 1972. Vol. 1. No 3. Pp. 259-290.
9. Rogers L. C. G. Arbitrage with fractional Brownian motion. Mathematical Finance. — 1997. — № 7. — Pp. 95-105.
10. Хакен Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам. — М.: Мир, 1991. — 240 с.
11. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. Т. 10. — М.: Наука, 1979. — С. 527.
12. Моделирование нелинейных явлений в современной науке / Самарский А. А., Курдюмов С. П., Ахромеева Т. С., Малинецкий Г. Г. // Информатика и научно-технический прогресс. — М.: Наука, 1987. — С. 69-91.
13. Куклин А. А., Гурбан И. А. Региональные особенности демографической составляющей человеческого капитала // Народонаселение. — 2012. — №4 (58). — С. 35-50.
14. Черешнев В. А., Куклин А. А., Черепанова А. В. Теоретико-методологический подход к прогнозированию социально-демографического развития региона // Экономика региона. — 2010. — №2. — С. 38-46.

Информация об авторах

Куклин Александр Анатольевич — доктор экономических наук, профессор, руководитель Центра экономической безопасности, Институт экономики УрО РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: alexkuklin49@mail.ru).

Быстрой Геннадий Павлович — доктор физико-математических наук, профессор, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: G.P.Bystrai@urfu.ru).

Охотников Сергей Александрович — ведущий экономист, Институт экономики УрО РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: sohotnikov@gmail.ru).

Васильева Елена Витальевна — кандидат экономических наук, научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: elvivas@ya.ru).

For citation: *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. — 2015. — №4. — pp. 40-53.

A. A. Kuklin, G. P. Bystray, S. A. Okhotnikov, E. V. Vasilyeva

Economic Tomography: Opportunity to Foresee and Respond to Socio-Economic Crises

In the article, the approach based on the authors' hypothesis is considered: the development of Russia has specific characteristics (on the one hand, its size, mentality and certain closed nature of its economy, on the other hand, the considerable dominating resource and human potential, and, as the result, its real role in the world economic community). The diagnostics of these characteristics (at the level of the individual's welfare and territory of accommodation) reveals crises, estimates threats to region socio-economic development at early stages and helps to evaluate the state of a region for 3-5 years. In other words, managers have time necessary for rapid response to the crisis phenomena and administrative mistakes, for decreasing the impact of the arising threats. The purpose of the article is to present the theoretical and methodological tools of the appearing threats recognition at their early stages, which allows to enter the crisis period with smaller losses.

Computational experiments to classify the prior socio-economic crises have been conducted (9 possible options are considered), the trajectories of change of the main indicators of the individual's welfare and territory of residence influenced by various factors are digitized. On the basis of the proposed approach (named as the economic tomography), the attempt of the comprehensive assessment of the state of Russian typical representative regions is made.

Keywords: economic tomography, individual's welfare and territory of residence, autocorrelation of shift parameters function, classifier of crises, system of nonlinear nonhomogeneous differential equations

Acknowledgements

The research has been supported by the Grant of the Russian Science Foundation (the Project № 14-18-00574 "Information and analytical Antikrizis system: diagnostics of regions, threat assessment and scenario forecasting for the purpose to preserve and enhance economic security and increase welfare of Russia").

References

1. Kuklin, A. A., Naydenov, A. S., Nikulina, N. L. & Tarasyeva, T. V. (2014). Transformatsiya teoretiko-metodologicheskikh podkhodov i metodicheskogo instrumentariya diagnostiki blagosostoyaniya lichnosti i territorii prozhivaniya. Ch. I. Ot rasprostranennykh do alternativnykh podkhodov k diagnostike. Istoriya voprosa [Transformation of the theoretic and methodological approaches and methodical tools of diagnostics of the persons's welfare and accommodation. P.1 From popular to alternative approaches for diagnostics. Historical background]. *Ekonomika regiona* [Economy of region], 3, 22-37.
2. Kuklin, A. A. & Chichkanov, V. P. (Eds). (2015). *Kompleksnaya metodika diagnostiki blagosostoyaniya lichnosti i territorii prozhivaniya* [Comprehensive technique for diagnostics of individual's welfare and territory of accommodation]. Ekaterinburg: Institute of Economics of UB RAS, 136.
3. Eliseyeva, I. I. & Yuzbashev, M. M. (2002). *Obshchaya teoriya statistiki: uchebnik* [General theory of statistics: textbook]. In: I. I. Eliseyeva (Ed.). 4-e izd. pererab. i dop [4th revised and enlarged edition]. Moscow: Finansy i statistika [Ser. Finances and Statistics], 480.
4. Suslov, V. I., Ibragimov, N. M., Talysheva, L. P. & Tsyplakov, A. A. (2005). *Ekonometriya* [Econometrics]. Novosibirsk: Siberian Branch of RAS, 744.
5. Arnold, V. I. (2003). *Matematicheskie metody klassicheskoy mekhaniki* [Mathematical methods of classical mechanics]. 5-e izd., stereot [5th reprint edition]. Moscow: Editorial URSS Publ., 416.
6. Ilyina, V. A. & Silaev, P. K. (2004). *Chislennyye metody dlya fizikov-teoretikov. T. 2* [Numerical methods for physicists-theorists. Vol. 2]. Moscow; Izhevsk: Institute of Computer Research, 16-30.
7. Feder, E. (1991). *Fraktaly: per. s angl.* [Fractals: trans. from English]. Moscow: Mir Publ., 254.
8. Mandelbrot, B. (1972). Statistical Methodology for Non-Periodic Cycles: From the Covariance to R/S Analysis. *Annals of Economic Social Measurement*, 1(3), 259-290.
9. Rogers, L. C. G. (1997). Arbitrage with fractional Brownian motion. *Mathematical Finance*, 7, 95-105.
10. Khaken, G. (1991). *Informatsiya i samoorganizatsiya: makroskopicheskiy podkhod k slozhnym sistemam* [Information and self-organization: macroscopic approach to complex systems]. Moscow: Mir Publ., 240.
11. Lifshits, E. M. & Pitaevskiy, L. P. (1979). *Fizicheskaya kinetika. T. 10.* [Physical kinetics. Vol. 10]. Moscow: Nauka Publ., 527.
12. Samarskiy, A. A., Kurdyumov, S. P., Akhromeeva, T. S. & Malinetskiy, G. G. (1987). Modelirovanie nelineynykh yavleniy v sovremennoy nauke [Modeling of the nonlinear phenomena in modern science]. *Informatika i nauchno-tehnicheskii progress* [Informatics and scientific and technical progress]. Moscow: Nauka Publ., 69-91.
13. Kuklin, A. A. & Gurban, I. A. (2012). Regionalnyye osobennosti demograficheskoy sostavlyayushchey chelovecheskogo kapitala [Regional features of demographic component of the human capital]. *Naradonaselenie* [The population], 4 (58), 35-50.
14. Chereshev, V. A., Kuklin, A. A. & Cherepanova, A. V. (2010). Teoretiko-metodologicheskii podkhod k prognozirovaniyu sotsialno-demograficheskogo razvitiya regiona [Theoretic and methodological approach to forecasting of social and demographic development of the region]. *Ekonomika regiona* [Economy of region], 2, 38-46.

Authors

Kuklin Aleksandr Anatolyevich — Doctor of Economics, Professor, Head of the Centre of Economic Security, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: alexkuklin49@mail.ru).

Bystray Gennadiy Pavlovich — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Senior Research Associate, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: G.P.Bystrai@urfu.ru).

Okhotnikov Sergey Aleksandrovich — Leading Research Associate, Institute of Economic of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: sohotnikov@gmail.ru).

Vasilyeva Elena Vitalyevna — PhD in Economics, Research Fellow, Institute of Economic of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: elvitvas@ya.ru).