

УДК 336.76

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИКИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2008 г. В.А. Сычев, Т.Н. Сычева

*Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)*

Изложен новый подход к исследованию задач фундаментального анализа и среднесрочного прогнозирования финансовых рынков как задач распознавания структурной неустойчивости в кольцевых структурах причинно-следственных связей макроэкономических процессов, позволяющий эффективно решать задачи хеджирования рисков в операциях внешнеэкономической деятельности предприятий. Предлагаются новые качественные показатели оценки возникновения структурной неустойчивости динамических процессов на финансовых рынках.

The new way of fundamental analysis tasks accomplishing is worked out, that is also useful for medium-dated prediction of financial markets. These tasks are being accomplished using the way of structural instability identification (for the ring-shaped structures of cause-effect relations in macroeconomic processes). The new way allows to hedge risks for the enterprises' foreign-economic activity.

Ключевые слова: *предприятие, экономическая устойчивость, финансы, динамика рынка, структурный анализ, прогнозирование, риски, хеджирование.*

Возрастание роли внешнеэкономической деятельности хозяйствующих субъектов, ценовые и конъюнктурные колебания на международных валютных рынках вследствие их глобализации, желание инвесторов иметь надежные инструменты хеджирования рисков способствовали возникновению срочных производных финансовых инструментов (деривативов), таких как опционные, форвардные, фьючерсные валютные контракты [1]. За последние два десятилетия индустрия производных финансовых инструментов из одноразовых сделок выросла в ежедневные потоки бизнеса, измеряемые в миллиардах долларов. В США и Европе клиенты требуют от банков обслуживания на рынках деривативов как одну из стандартных услуг. Индустрия деривативов интенсивно развивается и в РФ, где значительную часть валютных доходов страны обеспечивает экспорт сырья, и поэтому РФ весьма выгодно страховать поступления от экспорта с помощью деривативов. Расширение международной торговли, планируемое Российским правительством, сопряжено с крупными валютными рисками, и это также требует соответствующего стра-

хования. Совершенно очевидно: в России вырастет новая отрасль финансовой индустрии, специализирующаяся на опционах и других производных инструментах. И значит потребуются развитый инструментарий решения задач покрытия валютных рисков.

Анализ особенностей срочных производных инструментов показывает, что использование любой из существующих форм деривативов опирается на фундаментальный анализ и среднесрочное прогнозирование макроэкономической динамики финансовых рынков. При этом акцент в процедурах прогнозирования для срочных производных инструментов, в особенности в опционных сделках, как наиболее совершенной формы деривативов, переносится с получения численных прогнозных оценок валютного курса на прогноз качественных и интервальных характеристик их трендов (направления, формы, временных диапазонов зарождения, развития, окончания трендов валютных курсов, ориентировочных интервалов их изменения на каждой из указанных фаз и т. п.). Эти знания позволяют финансовому менеджеру синтезировать эффективную опционную

стратегию по экспортно-импортным операциям и принимать окончательные решения по расчетам не в момент заключения сделки, а в наиболее выгодной рыночной ситуации в будущем.

Указанное обуславливает целесообразность разработки нового подхода к задачам фундаментального анализа и среднесрочного прогнозирования развития макроэкономических процессов на финансовых рынках, основанного на использовании систем поддержки и принятия решений (СППР), позволяющих решать данные задачи в условиях их большой размерности и неопределенности, обусловленной как сложностью структуры связей фундаментальных индикаторов в исследуемой макросистеме, так и сильным влиянием на макродинамику поведения активных элементов системы, которое не может быть четко определено какими-либо известными математическими формализмами. Структура такой СППР представлена на рис. 1.

Отметим, что к предметной области данной СППР относится множество процессов международного движения капитала, развития национальных экономик и воздействия на них механизмов денежно-кредитного регулирования, особенности которых позволяют рассматривать такое множество как сложную систему с большим количеством контуров обратных связей, определяющих плохо предсказуемую традиционными методами траекторию ее развития [2]. При этом важное место в исследовании динамики указанных макроэкономических взаимодействий должен занимать анализ контуров с обратной связью. На это обращает внимание в своей работе Дж.

Сорос [3], анализируя процессы, возникающие в исследованных им «кругах благоденствия и кругах порочности». На это же указывают и идеи М. Эйгена [4], который ввел в рассмотрение понятие гиперцикла— циклического комплекса взаимодействующих химических и биохимических реакций (рис. 2). Эйген показал, что если в средах, где имеет место много реакций, каждая из которых в обычных условиях имеет малую вероятность инициировать воспроизводимость, цепь реакций замыкается в кольцо, причем так, чтобы продукты реакций стимулировали производство друг друга, то вероятность воспроизведения такой кольцевой структуры во много раз повышается. Иначе, Эйгену удалось выделить существенный элемент самоорганизации в развитии динамических процессов — кольцевую структуру связей. И этот элемент является основой не только воспроизведения биологических макромолекул, а развития динамических процессов в сложных системах вообще. Применительно к рассматриваемой макросистеме это означает, что в кольцевых структурах причинно-следственных связей макроэкономических процессов исследуемой системы при определенных условиях может возникать структурная неустойчивость, приводящая к существенному изменению значений фундаментальных индикаторов, входящих в данную структуру, в том числе и валютного курса. Распознавание и моделирование развития таких ситуаций, как отмечалось выше, и составляет с точки зрения авторов основное содержание задач фундаментального анализа макроэкономических процессов на финансовых рынках.

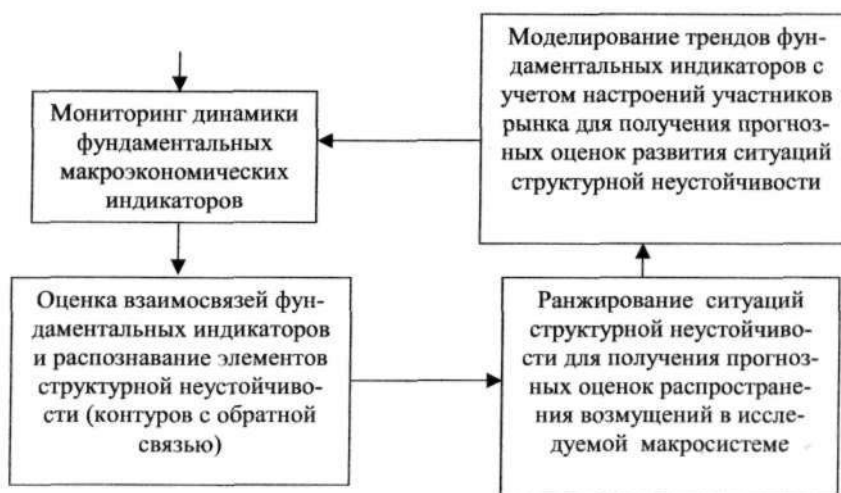


Рис. 1. Архитектура СППР, ориентированная на задачи фундаментального анализа микроэкономических процессов

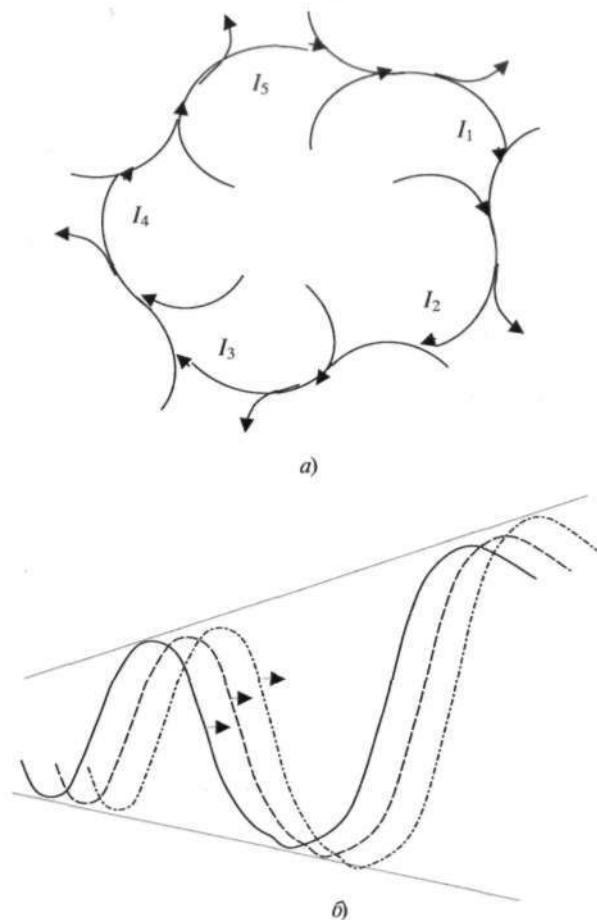


Рис. 2. Гиперцикл взаимодействующих реакций как система, связывающая множество самовоспроизводящихся единиц $\{I_1, I_2, I_3, I_4, I_5\}$ посредством циклических связей (а); гиперцикл и возникновение структурной неустойчивости развития динамических процессов в сложных системах (б)

В качестве примера, показывающего сложность взаимодействия вышеуказанных макроэкономических процессов, на рис. 3 с определенными упрощениями представлен фрагмент схемы наиболее характерных когнитивных связей валютного курса $E_{EUR/USD}$ и фундаментальных индикаторов, отражающих макроэкономические процессы экономического развития и международного движения капитала на финансовых рынках [2].

В общем случае концептуальную модель исследуемой макросистемы можно представить в виде гиперграфовой структуры $H = (X, U)$, где изменение состояний вершин X отображает динамику множества фундаментальных макроэкономических индикаторов $FI(x)$, $x \in X$, характеризующих макросистему, а множество дуг U — схему их взаимосвязей. С формальных позиций под гиперграфовой структурой

$H = (X, U)$ понимается пара множеств, где $X = \{x_i\}$, $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$ — множество вершин гиперграфа, $U = \{u_j\}$, $j \in J = \{1, 2, \dots, m\}$ — множество ориентированных ребер, где каждое ребро u определяется как подмножество в множестве X , в котором одна вершина помечена индексом «*» и является корнем ребра u . [5]. Отметим, что каждое ребро и гиперграфа также может быть представлено в виде орграфа $G(u) = (X_j, D_j)$, где $X_j = \{x_\alpha^*, x_\beta, \dots, x_i\}$, $D_j = \{\langle x_\beta, x_\alpha^* \rangle, \dots, \langle x_i, x_\alpha^* \rangle\}$, в котором все дуги $\{\langle x_\beta, x_\alpha^* \rangle, \dots, \langle x_i, x_\alpha^* \rangle\}$ направлены от вершин x_β, \dots, x_i , определяющих множество влияющих индикаторов $FI(x_\beta), \dots, FI(x_i)$, к вершине x_α^* , представляющей корень ребра u_j и определяющей индикатор $FI(x_\alpha^*)$, являющийся объектом влияния. Для каждого $G(u_j)$ может быть определен расплывчатый кортеж $u_j = \{(\mu_j(x_\alpha^*) / x_\alpha^*), (\mu_j(x_\beta) / x_\beta), \dots,$

$(\mu_j(x_i)/x_i)$, где $x_{\alpha^*}, x_{\beta}, \dots, x_i \in X_j$, а $\mu_j(x_{\beta}), \dots, \mu_j(x_i)$ — значения функции принадлежности [5], определяющие степень инцидентности ребра u_j и вершин $x_{\beta}, \dots, x_i \in X$, а $\mu_j(x_{\alpha^*})$ — значение функции принадлежности текущего состояния тренда $FI(x_{\alpha^*})$, $x_{\alpha^*} \in X_j$, зависящее от $\{(\mu_j(x_{\beta})/x_{\beta}), \dots, (\mu_j(x_i)/x_i)\}$. При этом значения $\mu_j(x_{\beta}), \dots, \mu_j(x_i)$ будем отождествлять со значениями функции принадлежности нечеткой переменной, характеризующей степень сходства трендов фундаментальных индикаторов $FI(x_{\beta}), \dots, FI(x_i)$ при оценке их связи с трендом $FI(x_{\alpha^*})$.

Динамические системы, фазовые изменения траекторий которых могут отображать возникновение явления резонанса или волны хаотических колебаний, в настоящее время часто называют хаотическими [6]. Данные системы устроены весьма сложно и определение признаков их вхождения в хаотический режим и прогнозирование динамики развития с использованием традиционных для решения этих задач методов нелинейной динамики требует достаточных усилий и не всегда приводит к получению приемлемых для практики результатов. Указанное определяет целесообразность поиска новых подходов к оценке динамики систем рассматриваемого класса, опирающихся, в частности, как на анализ структурных особенностей текущих макроситуаций, так и на анализ особенностей фазовых траекторий изменения фундаментальных индикаторов, по аналогии с подходами, используемыми в логико-динамических системах. С этой целью в работе предложены новые схемы проведения структурного анализа ситуаций в $H = (X, U)$ и процедуры решения следующих функциональных задач по оценке динамики вышеуказанных макроэкономических процессов:

- сужение гиперграфовой структуры $H = (X, U)$ до $H' = (X', U')$ с включением в $H' = (X', U')$ лишь тех вершин $FI(x_{\alpha^*})$ из ребер $H = (X, U)$, для которых состояние взаимосвязи трендов $SVZ(x_{\beta}, x_{\alpha^*})$, $l = \beta, \dots, l$ соответствует значению «влияние» или «дивергенция» [2], и определение в $H' = (X', U')$ множества возможных маршрутов (гиперцепей) распространения возмущений фундаментальных индикаторов с выделением в них контуров с положительной обратной связью;
- организация мониторинга и распознавание возникновения структурной неустойчивости в контурах с обратной связью в $H' = (X', U')$, ранжирование текущих макроси-

туаций с целью определения наиболее значимых фрагментов для последующего их прогнозного моделирования и оценки изменения трендов $FI(x)$, $x \in X$.

Методы решения первой из перечисленных задач предложены в [2]. Ниже охарактеризуем задачи распознавания возникновения/исчезновения структурной неустойчивости в системе связей фундаментальных индикаторов $H' = (X', U')$, связанные с оценкой присутствия/отсутствия в H' признаков замыкания/размыкания в контурах с положительной обратной связью (КПОС), а также признаков развития/угасания уже возникшей волны хаотических колебаний в этих контурах и т. п.

При определенных упрощениях эффективным математическим аппаратом для оценки динамики рассматриваемых макросистем являются методы анализа взаимодействующих процессов на знаковых орграфах [7], позволяющие анализ взаимодействия макроэкономических процессов в H' связать с оценкой устойчивости/неустойчивости КПОС, включающих в себя такие значимые фундаментальные индикаторы, как валютный курс $E_{EUR/USD}$, объемы розничных продаж, промышленного производства, объемы кредитных вложений и др. При этом трудности решения данной задачи обуславливаются нестационарным характером связей макроэкономических индикаторов $FI(x_i)$, $x_i \in X$, сложностью их идентификации в виде хорошо исследованных разностных или дифференциальных уравнений и т. п., что не позволяет синтезировать эффективные вычислительные алгоритмы расчета характеристических показателей Ляпунова для оценки устойчивости КПОС. Поэтому использование даже таких современных методов анализа макросистем, как методы нелинейной динамики, достаточно сложно в вычислительном плане и не всегда приводит к получению приемлемых для практики результатов.

Указанное определяет необходимость поиска новых схем в оценке поведения систем рассматриваемого класса. В частности, устойчивость КПОС в H' предлагается оценивать не по показателям Ляпунова, а с использованием множества качественных признаков, характеризующих начало процессов замыкания/размыкания в контурах с положительной обратной связью, а также признаков развития/угасания уже возникшей волны хаотических колебаний в этих контурах, что

позволяет ранжировать КПОС и определять наиболее значимые фрагменты для последующего их прогнозного моделирования и оценки изменения в них трендов фундаментальных индикаторов $FI(x_i), x_i \in X$.

В качестве таких качественных признаков в работе предлагается использовать:

— меру расхождения $R(t)$ между последовательностью значений $r_k(t), k = 1, \dots, K$, характеризующих текущие состояния трендов фундаментальных индикаторов $FI(x_i), x_i \in$ КПОС и их взаимосвязей в анализируемом контуре, и последовательностью нормативных значений $r^*_k(t), k = 1, \dots, K$, характеризующих состояния трендов фундаментальных индикаторов и их взаимосвязей в условиях экстремально-го возбуждения КПОС;

— значение консонанса $CON(t)$ контура с положительной обратной связью, определяемого как отношение числа дуг, имеющих такое же направление влияния, как и импульс возбуждения в КПОС, к общему числу дуг КПОС и характеризующего зону распространения волны возбуждения в КПОС. Очевидно, что чем больше значение $CON(t)$, тем КПОС ближе к замыканию и переходу в состояние структурной неустойчивости;

— значение расширенного консонанса $CONR(t)$ контура с положительной обратной связью, определяемого как отношение числа дуг «зоны» КПОС [2], имеющих такое же направление влияния, как и импульс возбуждения в КПОС, к общему числу дуг «зоны» КПОС.

С формальных позиций $R(t)$ определяется выражением

$$R(t) = (1/2K * \sum_{k=1}^{2K} (r_k(t) - r^*_k(t)))^{1/2},$$

где $r_k(t) \in \{SOS_1(x_\alpha, t), SVZ_1(x_\alpha, x_\beta, t), \dots, SOS_k(x_w, t), SVZ_k(x_w, x_z, t), \dots, SOS_K(x_v, t), SVZ_K(x_v, x_u, t)\}, k=1, \dots, K, x_\alpha, x_\beta, x_w, x_z, x_u, x_z \in$ КПОС; $r^*_k(t) \in \{SOS^*_1(x_\alpha, t), SVZ^*_1(x_\alpha, x_\beta, t), \dots, SOS^*_k(x_w, t), SVZ^*_k(x_w, x_z, t), \dots, SOS^*_K(x_v, t), SVZ^*_K(x_v, x_u, t)\}, k = 1, \dots, K, x_\alpha, x_\beta, x_w, x_z, x_u, x_z \in$ КПОС; $SOS_k(x_\alpha, t)$ — оценка текущего состояния тренда фундаментального индикатора $FI(x_\alpha), x_\alpha \in$ КПОС [2], имеющего k -й номер в КПОС; $SVZ_k(x_\alpha, x_\beta, t)$ — оценка текущего состояния взаимосвязи тренда индикатора $FI(x_\alpha)$ и тренда влияющего индикатора $FI(x_\beta), x_\alpha, x_\beta \in$ КПОС [2]; $SOS^*_k(x_\alpha, t)$ — оценка нормативного состояния тренда индикатора $FI(x_\alpha), x_\alpha \in$ КОС в условиях экстремального возбуждения КПОС; $SVZ^*_k(x_\alpha, x_\beta, t)$ —

оценка нормативного состояния взаимосвязи тренда индикатора $FI(x_\alpha)$ и тренда влияющего индикатора $FI(x_\beta), x_\alpha, x_\beta \in$ КПОС в условиях экстремального возбуждения КПОС.

Здесь следует отметить, что вершины $x_i \in X$ рассматриваемого знакового орграфа всегда обладают свойством абсолютной устойчивости [7], указывающим на то, что последовательность абсолютных величин $|x_i(t)|, x_i \in X, t = 0, 1, 2, \dots$ ограничена при имеющих место импульсных процессах изменения значений воздействующих индикаторов. Однако вариации значений $x_i \in X$ могут быть достаточно значительными.

Очевидно, что расчет $R(t)$ является достаточно простой вычислительной процедурой, которая может быть использована для организации мониторинга изменения общего состояния анализируемого КПОС. При этом в случае возникновения тенденции уменьшения $R(t)$ во времени можно говорить, что КПОС стремится к замыканию и переходу в состояние структурной неустойчивости. При получении дополнительных оценок, указывающих на увеличение во времени $CON(t)$ и $CONR(t)$ для данного контура можно утверждать, что вероятность возникновения в нем структурной неустойчивости весьма высока.

Как отмечено выше, рассматриваемая макросистема является достаточно сложной по своей структуре и содержит большое число КПОС. При этом для фундаментального анализа важным моментом является их ранжирование. Данная задача может быть достаточно просто решена с использованием вышеопределенных качественных характеристик на основе теории нечетких множеств [8]. Приведем один из возможных алгоритмов ее решения.

Пусть анализируемая макросистема содержит определенное число КПОС, которые будем рассматривать как множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$. Их оценочные характеристики определим как множество критериев $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. При этом оценки альтернатив по каждому i -му критерию можно представить в виде вектора значений функции принадлежности, который можно рассматривать как соответствующее нечеткое множество

$$C_i = \{\mu_{c_i}(a_1)/a_1, \mu_{c_i}(a_2)/a_2, \dots, \mu_{c_i}(a_j)/a_j, \dots, \mu_{c_i}(a_m)/a_m\}, \\ i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m.$$

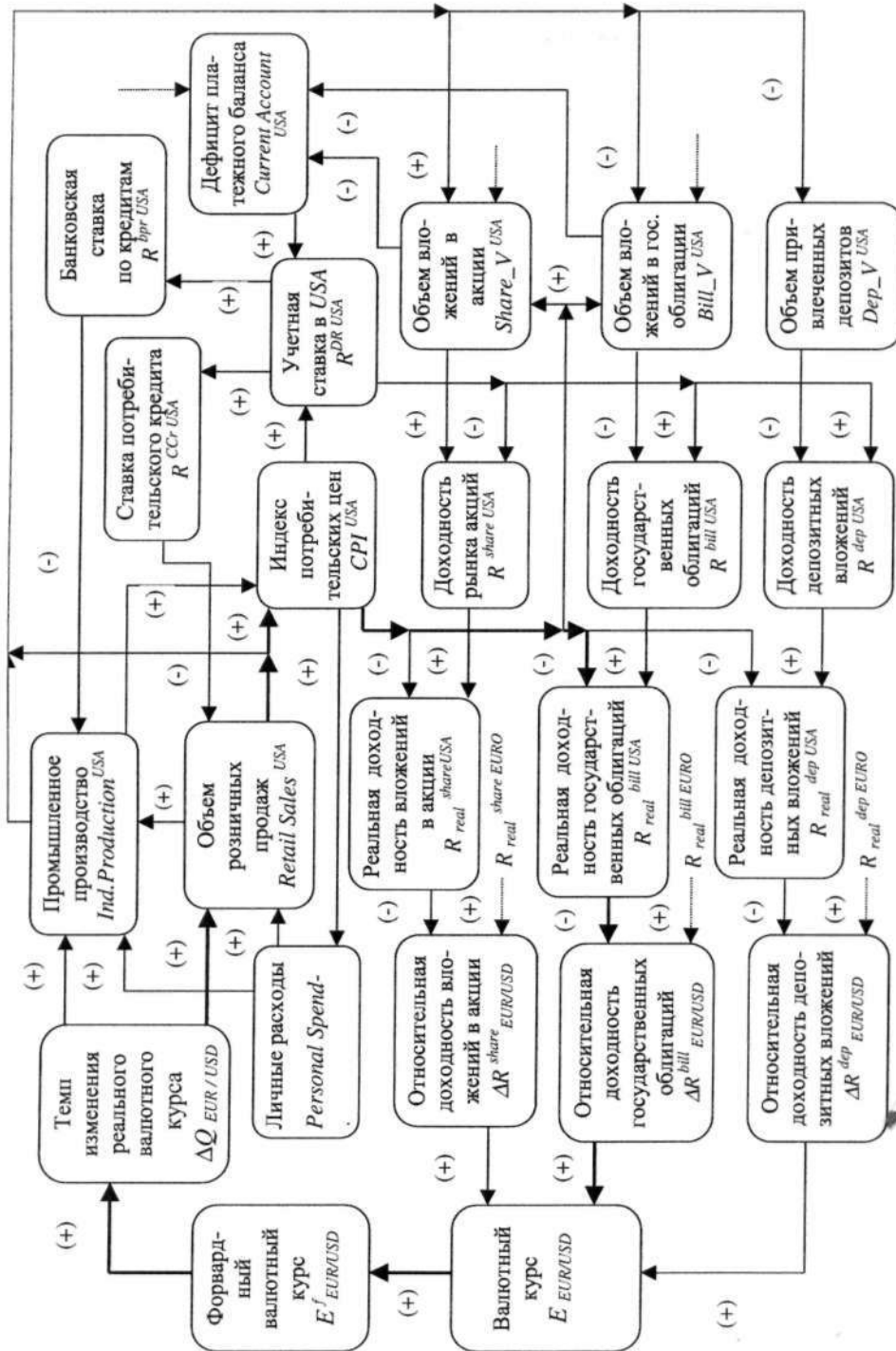


Рис. 3. Знаковый оргграф контура взаимодействия валютного курса $E_{EUR/USD}$ с фундаментальными макроэкономическими индикаторами экономического развития и финансовых рынков

Тогда процедура ранжирования КПОС может определяться следующим максиминным правилом:

$$\mu_c(a_j \in A) = \max(\min_i(\mu_{c_i}(a_j) / a_j)).$$

Отметим, что практическая апробация предложенного подхода к оценке структурной неустойчивости контуров с положительной обратной связью в исследуемой макро-системе показала ее простоту и эффективность в решении задач фундаментального анализа финансовых рынков.

Литература

1. Рэдхерд К., Хьюс С. Управление финансовыми рисками: пер. с англ.— М.: ИНФРА-М, 1996.
2. Сычев В. А. Качественные методы фундаментального анализа макроэкономических процессов на международном валютном

рынке «FOREX».— Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2005.

3. Сорос Дж. Алхимия финансов: пер. с англ.— М.: «Инфра-М», 1996.— 416 с.
4. Эйген М., Шустер П. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул.— М.: Мир, 1982
5. Малышев Н. Г., Бернштейн Л. С., Боженик А. В. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. — М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Острейковский В. А. Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф.— М.: Высшая школа, 2005.
7. Чепурных Н. В., Новоселов А. Л. Экономика и экология: развитие, катастрофы.— М.: Наука, 1996.
8. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. А. Анализ, синтез, планирование решений в экономике.— М.: Финансы и статистика, 2001.



Сычев Василий Анатольевич — кандидат технических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятием» ЮРГТУ (НПИ).

Автор более 100 работ по проблемам проектирования систем управления, финансового менеджмента, экономического проектирования, управления рисками.



Сычева Галина Ивановна — кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятием» ЮРГТУ (НПИ).

Автор более 80 работ по проблемам управленческого учета, финансового менеджмента, анализа хозяйственной деятельности, оценки бизнеса.

346428 г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
Тел. раб. (факс) (86352) 55-1-54, sitchev@mail.ru