СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОНЯТИЯМ РАВНОВЕСНАЯ И НЕРАВНОВЕСНАЯ ЭКОНОМИКА, УСТОЙЧИВОЕ И НЕУСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Л.А Серков, канд. физ.- мат. наук, доц.
Европейско – Азиатский институт управления и предпринимательства, г. Екатеринбург

Равновесие, устойчивость, синергетика, сплайны, квазиравновесие, квазиустойчивость, совокупная факторная производительность, фазовые портреты.

Наряду с необходимостью достижения высоких количественных показателей роста любой экономики одной из центральных проблем экономической политики является обеспечение долгосрочной устойчивости экономической динамики. Таким образом, встает задача обеспечения сбалансированности экономического роста, определения необходимых рычагов экономической политики, которые эту сбалансированность могут поддерживать. Неоклассическая теория роста исходит из предпосылки, что существует некоторое состояние равновесия - долгосрочная траектория сбалансированного роста, к которой экономическая система должна вернуться, если каким-либо образом изменяются условия функционирования системы (внешние или внутренние). В рамках такой теоретической модели каждая ее переменная растет с постоянным темпом и колеблется в относительно узких диапазонах.

Анализ циклической экономической динамики с использованием сплайн – технологий.

Для оценки диапазонов колебаний экономических показателей перспективным является использование сплайн – технологий, т.е. технологий, основанных на парадигме «кусочной» аппроксимации. Отличительной особенностью сплайн-функций является то, что они состоят из отрезков степенного полинома малого порядка, которые сходятся и «сшиваются» в заданных узловых точках (узлах «решётчатой» функции) экономического процесса [1]. Математический сплайн К–го порядка непрерывен и имеет (К – 1) непрерывную производную. К–я производная претерпевает в точках соединения (узловых точках, узлах сетки или просто узлах) разрыв с конечным скачком. Более двух десятков важных свойств выделяют сплайны из всего множества аппроксимирующих функций.

Математическая «сшивка» фрагментов сплайн-функции оптимально осуществляется значениями самой функции $S_\Delta(Y;X_j-0)=S_\Delta(Y;X_j+0)=Y_j$, значениями её производных $S'_\Delta(Y;X_j-0)=S'_\Delta(Y;X_j+0)$, $S''_\Delta(Y;X_j-0)=S''_\Delta(Y;X_j+0)\ldots$, слева и справа в узловых точках $\{\langle X_j,Y_j\rangle\}$ $(j=1...N)$, так что $S_\Delta(Y;X)$, $S'_\Delta(Y;X)$, $S''_\Delta(Y;X)$.. становятся непрерывными функциями по всей сетке $\{X_1..X_N\}$. Такая структура выстраивает «кусочный» сплайн в единый ансамбль.

Для качественной оценки цикличности экономических показателей автором использованы кубические сплайн-функции или сплайны третьего порядка. Данное предпочтение основывается на их исследованных и доказанных преимуществах. У кубических сплайн-функций $S_\Delta(Y,X)\approx f(X)$ свойство сплайнов, которое при поиске классов подходящих полиномов называется «внутренней оптимальностью», выражается теоремой, утверждающей, что кубическое сплайн-построение минимизирует интеграл: $\int_{X_1}^{X_N}\left|f''(X)\right|^2 dX\to\min$. Это свойство кубического сплайна называется свойством наилучшего приближения, минимальной кривизны или минимальной нормы, именно оно лучше всего сохраняет статистическую «историю» процесса при переносе её в горизонт прогноза.

При общем универсализме сплайновых моделей моделирование ими сезонных и циклических процессов предпочтительнее по сравнению с регрессионными моделями. Линейное слагаемое сплайна моделирует линейный тренд, а при знакопеременных последовательно следующих «моментах» сплайна его квадратичные и кубические слагаемые на перемежающихся участках становятся то выпуклыми вверх, то выпуклыми вниз, моделируя таким образом сезонную или циклическую составляющую экономического процесса. В моделировании и анализе в полной мере используется хорошо известное, хотя и ограниченное применение сплайнов при построении интерполяционной кривой на дискретном множестве точек – так называемое spline-smoothing, «сплайн - сглаживание», т.е. строящаяся сплайн - кривая становится действительно «гладкой». Сплайны визуально демонстрируют одновременно и периодичность, и «гладкость » процесса.

На рис. 1 приведён фазовый портрет, построенный на основе данных МВФ об экономической динамике США за 1972-2000 гг. По вертикальной оси здесь отложены сплайн – образы темпов прироста ВВП, по горизонтальной - сплайн – образы доли накопления основного капитала в ВВП. При этом использовались кубические сглаживающие сплайны. Заметим, что аналогичный график, но без

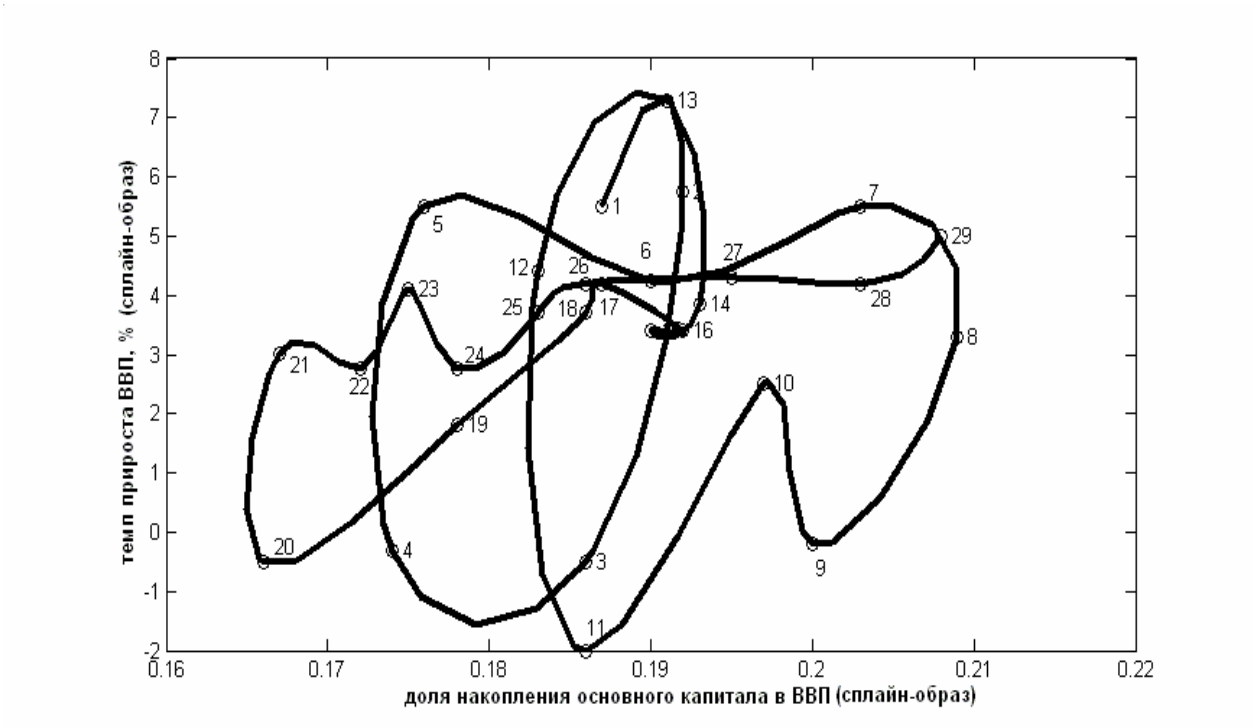


Рис. 1. Отношение инвестиций к ВВП и соответствующие темпы прироста ВВП в США в 1972-2000 гг. (по данным МВФ) в виде сплайн – образов. Кубический сглаживающий сплайн. Цифры на кривых соответствуют определённому году. Цифра 1 соответствует 1972г., 2 - 1973г., …, 29 – 2000г.

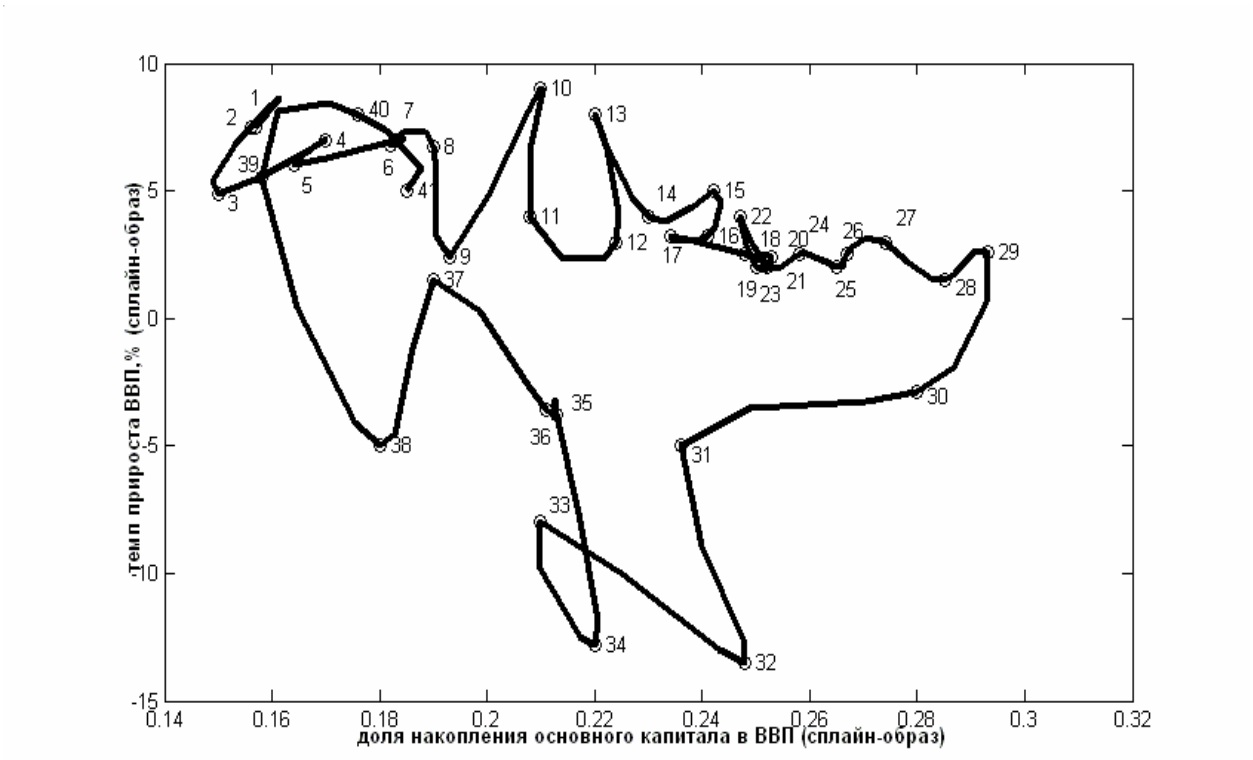


Рис. 2. Отношение инвестиций к ВВП и соответствующие темпы прироста ВВП в России в 1961-2001 гг. (по данным МВФ) в виде сплайн – образов. Кубический

сглаживающий сплайн. Цифры на кривых соответствуют определённому году. Цифра 1 соответствует 1961г., 2 - 1962г., …, 41 – 2001г.

использования сплайн – технологий, приведен в работе Е.Е. Гавриленкова [2]. Как видно из рисунка, значения обоих параметров в течение тридцатилетнего периода колебались в относительно узких диапазонах, т.е., по сути, система находилась в относительно равновесном состоянии - по крайней мере, в окрестности некоторой точки равновесия, что обеспечивало в среднем трехпроцентные темпы прироста ВВП, при схожей динамике накопления основного капитала. В цитируемой выше работе Е. Гавриленкова приведена аналогичная диаграмма и для России, построенная по данным МВФ за 1961 – 2001гг., которая с использованием кубических сплайнов представлена на рис.2. Из графика видно, что за период с 1961 по 1988 гг. доля накопления основного капитала в ВВП практически удвоилась, в то время как темпы роста ВВП устойчиво снижались. В этот период инвестиции росли гораздо более высокими темпами по сравнению с ВВП, так что накопленный объем основного капитала за тридцать лет увеличился в 8 раз, тогда как ВВП вырос втрое. Поскольку доля инвестиций в ВВП в 1960-1980-е годы неуклонно увеличивалась, то доля потребления столь же устойчиво сокращалась. Очевидно, как отмечает в цитируемой выше работе Е.Е. Гавриленков, что в условиях командной закрытой экономики подобное несбалансированное развитие возможно лишь до определенных пределов. Опережающее накопление основного капитала отнюдь не означало того, что эффективность производства повышалась. Более того, рисунок 2 свидетельствует о хронической неэффективности инвестиций в советский период. Таким образом, как видно из рис. 2, за сорок лет российская экономика прошла определенный цикл, так и не найдя своего равновесного состояния.

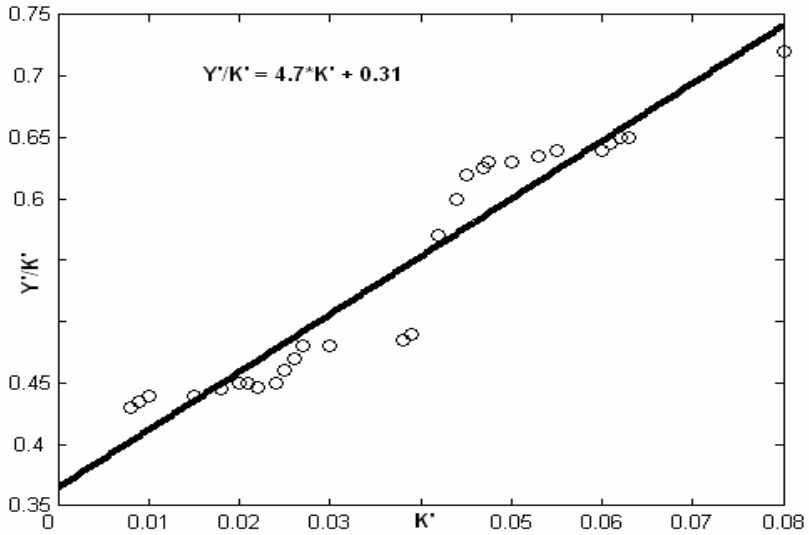


Рис.3. Зависимость приростной фондоотдачи Y’/K’ от прироста инвестиций K’ в экономике США в 1972 – 2000 гг. по данным МВФ.

Аналогичные российскому циклы характерны и для ряда других развивающихся экономик, в первую очередь - для стран Юго-Восточной Азии. В противоположность этому, для экономик развитых стран, подобные диаграммы похожи на ту, что представлена на рис. 1. Для более полной картины для вышеприведённых данных на рис.3 изображена зависимость приростной фондоотдачи Y'/K' от прироста капитала K' для экономики США (штрихи означают производную по времени). На графике отчетливо наблюдаются циклические колебания малой амплитуды около линии регрессии, что подтверждает относительно устойчивый линейный характер развития экономики США. Аналогичный график для экономики России изображен на рис. 4. Разброс точек около линии регрессии может свидетельствовать о неустойчивом нелинейном характере развития экономики России за указанный период.

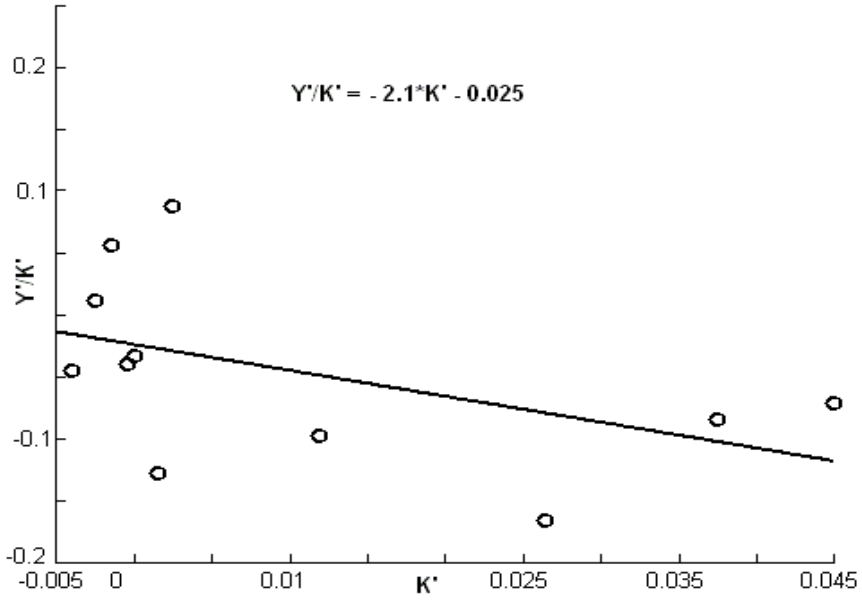


Рис.4. Зависимость приростной фондоотдачи Y'/K' от прироста инвестиций K' в экономике России в 1961 – 2001 гг. по данным МВФ.

Приведенные результаты позволяют сделать вывод с позиций неоклассического подхода об относительной неравновесности и неустойчивом развитии экономик России и развивающихся стран и относительной равновесности и устойчивом развитии экономик США и развитых стран. При этом следует иметь виду, что приведенные выводы справедливы для экономических систем только для рассмотрения их динамики в течение короткого интервала времени.

Между тем, в рамках синергетического подхода, в отличие от неоклассического, любая рыночная экономика является неравновесной

системой (в отличие от командной закрытой экономики, которая стремится к равновесию и мало чувствительна к изменениям). Сама сущность рыночной экономики состоит в отклонениях (флуктуациях) от установившихся значений, т.е. равновесие есть лишь её временное состояние. Она развивается переходя от равновесного состояния к неравновесному (в отличие от командной экономики, являющейся стабильной, отторгающей все отклонения от нормы, но не сбалансированной в экономическом смысле слова). Рыночная экономика относится к классу саморазвивающихся экономик, т.е. она может находиться в сбалансированном состоянии лишь в течение коротких интервалов времени. Она способна сама «нащупывать» пути развития и при этом далеко отклоняться от равновесия. Кризисы всякого рода – способ её существования. Устойчивость для неё является квазистабильным состоянием. Но именно в ней возможно экономическое чудо – лавинообразный рост.

Таким образом, введённые в рамках неоклассического подхода термины – равновесность и устойчивость, в рамках синергетического подхода следует заменить на квазиравновесность и квазиустойчивость. При этом с позиций динамики одного экономического показателя (например, как выше, темпа прироста ВВП) экономическая система может интерпретироваться как равновесная и устойчивая (на коротких временных интервалах), а с позиций динамики других показателей – неравновесной, но устойчивой (на этих же временных интервалах). Подтверждением вышесказанному является работа Нижегородцева Р.М. [3], в которой автор показывает, что с позиций динамики совокупного спроса и совокупного предложения в экономике США в течение последних 20 лет наблюдается ситуация рецессионного разрыва, при котором совокупное предложение устойчиво превышает совокупный спрос. Описываемая рецессия связана с перенакоплением капитала и интерпретируется автором как устойчивое неравновесие макроэкономической системы.

Исходя из вышесказанного, в рамках синергетического подхода к терминам равновесность и устойчивость предъявляются более жёсткие требования по сравнению с трактовкой последних с неоклассических позиций. Поэтому интересно исследование циклической экономической динамики с помощью показателя, отражающего в определённой мере синергетику процесса. В качестве такого показателя автор предлагает использование совокупной факторной производительности.

Исследование циклической экономической динамики с помощью совокупной факторной производительности.

Производственная функция (ПФ) $Y = F(K, L, t)$ определяет взаимосвязь выпуска Y с факторами производства – капиталом K и

трудом L, существенным для которой являются возможность и ограниченность замещения между факторами. Эта взаимосвязь, вообще говоря, может изменяться со временем t. Предположение о том, что выпуск продукции описывается приведённой производственной функцией означает, что Y предполагается зависящим лишь от K и L и не зависящим от других факторов и от предыстории. Это является достаточно сильным допущением, учитывая, согласно которому из всего множества возможных факторов производства определяющими являются только два, K и L, причем именно в том виде, в котором они взяты.

Очевидно, на динамику Y оказывают влияние технический прогресс, накопление человеческого капитала, улучшение организации производства и другие подобные факторы. Помимо этого существует проблема адекватного измерения динамики выпуска и факторов производства, когда необходимо сопоставлять новые товары, обладающие иными потребительскими свойствами, со старыми товарами, вновь вовлекаемые в процесс производства и, как правило, более эффективные фонды и труд с уже участвующими в этом процессе факторами, обладающими отличающимися свойствами. Типичным здесь является возникновение смещений во временных рядах выпуска и факторов производства [4].

Это приводит к тому, что когда в качестве факторных эластичностей используются не их оценки, полученные на основе применения эконометрических методов, а данные о долях факторов, то динамика фондов K и труда L описывает далеко не весь выпуск, оставляя значительный остаток, не объясняемый динамикой K и L. В этом случае в производственную функцию часто вводят явную зависимость от времени, например, в форме $Y = A(t)F(K,L)$. Поскольку

$$\frac{d(A(t)F(K,L))}{dt} = A'(t)F(K,L) + A(t)\frac{\partial F}{\partial K}K' + A(t)\frac{\partial F}{\partial L}L' \ ,$$

где штрихи над переменными означают дифференцирование по времени, то

$$\frac{Y'}{Y} = \frac{A'(t)}{A(t)} + \frac{\partial \ln F}{\partial \ln K}\frac{K'}{K} + \frac{\partial \ln F}{\partial \ln L}\frac{L'}{L}$$

или

$$\delta_Y = p + E_K\delta_K + E_L\delta_L \ ,$$

где $\delta_Y = \frac{Y'}{Y}$, $\delta_K = \frac{K'}{K}$ и $\delta_L = \frac{L'}{L}$ – темпы выпуска, капитала и труда соответственно, E_K и E_L – эластичности выпуска по фондам и труду, а $p = p(t) = \frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$ – член, учитывающий вклад в темп выпуска совокупности всех других, не фигурирующих непосредственно в списке аргументов ПФ, факторов, а также учитывающий возможные смещения во временных

рядах выпуска, фондов и труда. Анализ динамики остатка $A(t)$ позволяет исследовать развитие процесса во времени, когда в одни периоды влияние этих факторов сказывается сильнее, тогда как в другие – слабее.

Так как $A(t) = \frac{Y}{F(K,L)}$, то при известной функции $F(K,L)$ можно получить временной ряд $A(t)$. Поскольку $F(K,L)$ есть среднее факторов K и L, то $A(t)$ есть отношение индекса выпуска (результата) к среднему индексов факторов (затрат). Таким образом, $A(t)$ является показателем эффективности, причем – совокупным показателем, учитывающим оба фактора производства. Поэтому $A(t)$ называют *совокупной факторной производительностью* (*total factor productivity - TFP*) в отличие от частных показателей эффективности, какими являются средняя производительность труда $y=Y/L$ и средняя фондоотдача $g=Y/K$.

Заметим, что с определённой долей осторожности совокупную факторную производительность (СФП) можно рассматривать как меру синергетического эффекта использования факторов производства. С осторожностью, потому что СФП, будучи остатком, также включает в себя все погрешности измерения динамики выпуска и факторов производства. Кроме того, динамика СФП может быть искажена в силу проблем спецификации модели (скажем, если мы не учитываем какие-либо значимые факторы).

На рисунке 5 представлена динамика совокупной факторной производительности для промышленности России за 1960-2001 гг. по данным Госкомстата РФ и расчетам Бюро Экономического Анализа [5]. Из анализа приведённой динамики наглядно видно, что за весь рассмотренный период советского развития (с 1960 по 1991 гг.) совокупная факторная производительность практически не изменилась. Существенно также то, что рост СФП в российской экономике начался уже с 1995 г. Достаточно вспомнить, что в этот период впервые удалось значительно снизить темпы инфляции, впервые был принят разумный бюджет, резко снижено финансирование его дефицита за счет кредитов Центрального банка, начата эмиссия ГКО, что в совокупности с фиксацией курса рубля способствовало финансовой стабилизации, хотя и временной и достаточно искусственной. Более жесткие бюджетные ограничения обусловили более рациональное использование имеющихся ресурсов и рост СФП. Из рисунка 5 также видно, что рост в посткризисный период - это также рост за счет быстрого повышения эффективности. Последнее же достигалось в результате более полной загрузки мощностей, за счет того, что минимально необходимые инвестиции способствовали "оживлению" ранее бездействовавшего основного капитала - происходило интенсивное межсекторное перераспределение ресурсов.

Таким образом, анализ динамики СФП более полно и наглядно, на взгляд автора, отражает состояние экономики с позиций её равновесия и

устойчивости, по сравнению с анализом других показателей, например темпов прироста ВВП. Например, из рис.5 видно, что в период 1960 – 1991гг. экономика России находилась в квазиравновесном, квазиустойчивом (постоянно несбалансированном) состоянии, а в период 1992 – 2001гг. - в неравновесном неустойчивом состоянии. Поэтому представляет интерес использование СФП для качественной оценки меры равновесия. Для этого автор предлагает построение фазовых портретов из построенных на плоскости кривых, представляющих собой зависимость первой производной СФП от самой переменной СФП, зависящей от времени. На рис. 6 приведён подобный фазовый портрет для промышленности США (внутренняя кривая) и России (внешняя кривая). Отметим, что внутренняя кривая представляет собой два замкнутых цикла, а внешняя кривая является практически замкнутым циклом, амплитуда которого значительно превышает амплитуду внутренних циклов. Сглаживание данных с помощью алгоритма скользящего усреднения позволяет на качественном уровне более наглядно определить квазиравновесность экономики. На рис.7 приведён такой же фазовый портрет, что и на рис.6, только

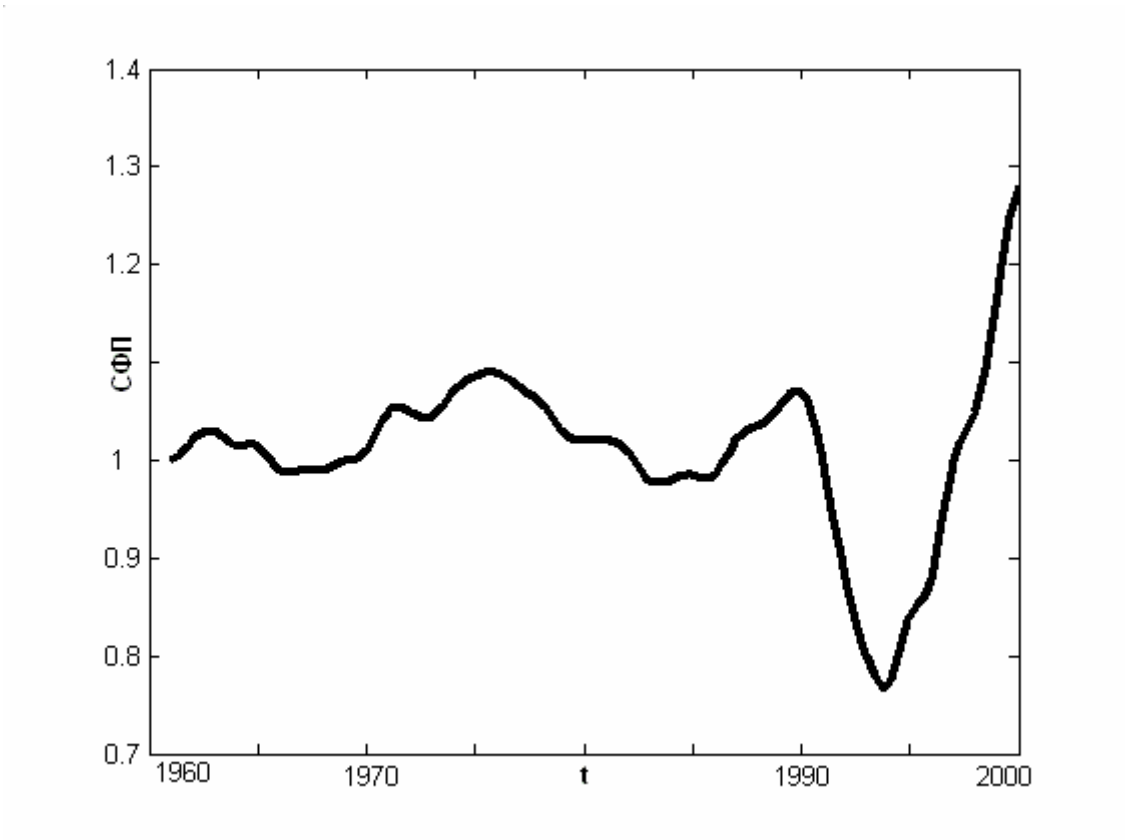


Рис. 5. Динамика совокупной факторной производительности для промышленного выпуска в России к уровню 1960 г. Сглаживающий кубический сплайн. Данные Госкомстата РФ и расчеты Бюро Экономического Анализа.

по сглаженным с помощью алгоритма скользящего усреднения с окном, равным 5 годам, данным [1]. При этом видно, что внешняя кривая (для экономики России) практически не изменилась, в то время как внутренняя кривая изменилась и напоминает спираль, закручивающуюся к точке О, являющейся квазиустойчивым фокусом (точкой квазиравновесия). Последнее свидетельствует об уменьшении амплитуды колебаний циклов экономики США вплоть до нуля при сглаживании пятилетних эмпирических данных и неизменности амплитуды циклических колебаний для экономики России, что может характеризовать квазиравновесность экономики США и неравновесность экономики России на рассматриваемых временных интервалах.

Таким образом, общим выводом является модификация с позиций синергетики понятий равновесия и устойчивости применительно к экономическим системам по сравнению с их трактовкой в рамках неоклассического подхода. Более корректным, в рамках синергетического

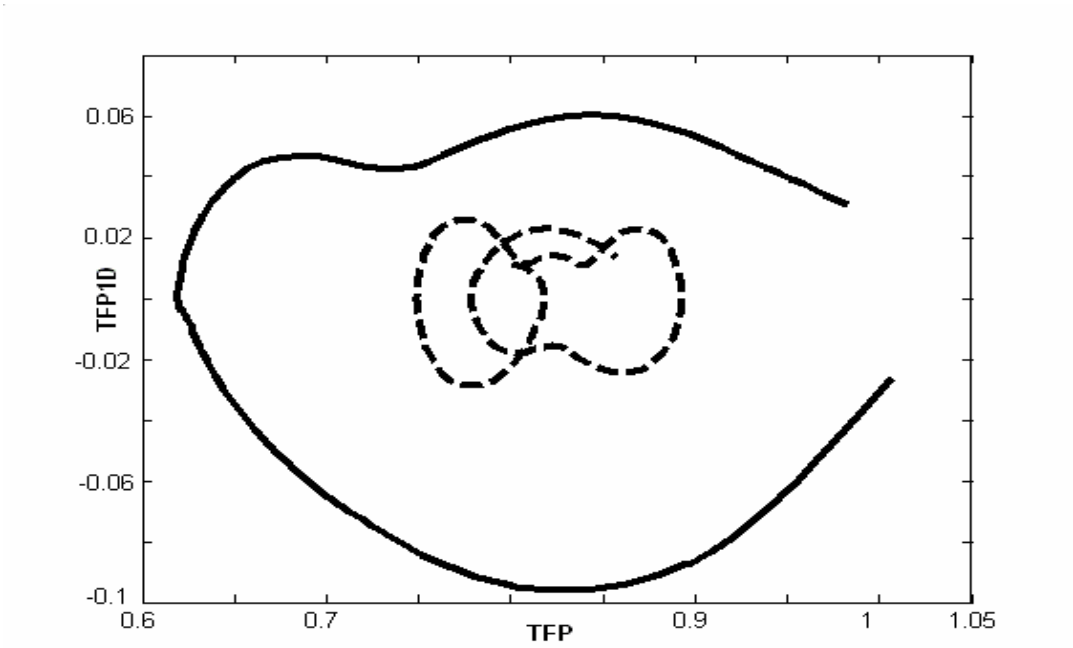


Рис.6. Фазовый портрет для экономик (промышленности) США (пунктирная линия) и России (сплошная линия). TFP, TFP1D – сплайн-образы совокупной факторной производительности и её первой производной соответственно в период 1960 – 2001гг. Сглаживающий кубический сплайн. Данные Госкомстата РФ и расчеты Бюро Экономического Анализа (для промышленности России) и World Economic and Social Survey,United Nations, 2002 (для промышленности США).

[1] Внешние кривые на рис.6,7 смещены для наглядности по оси абцисс влево на значение СФП, равное 0,15.

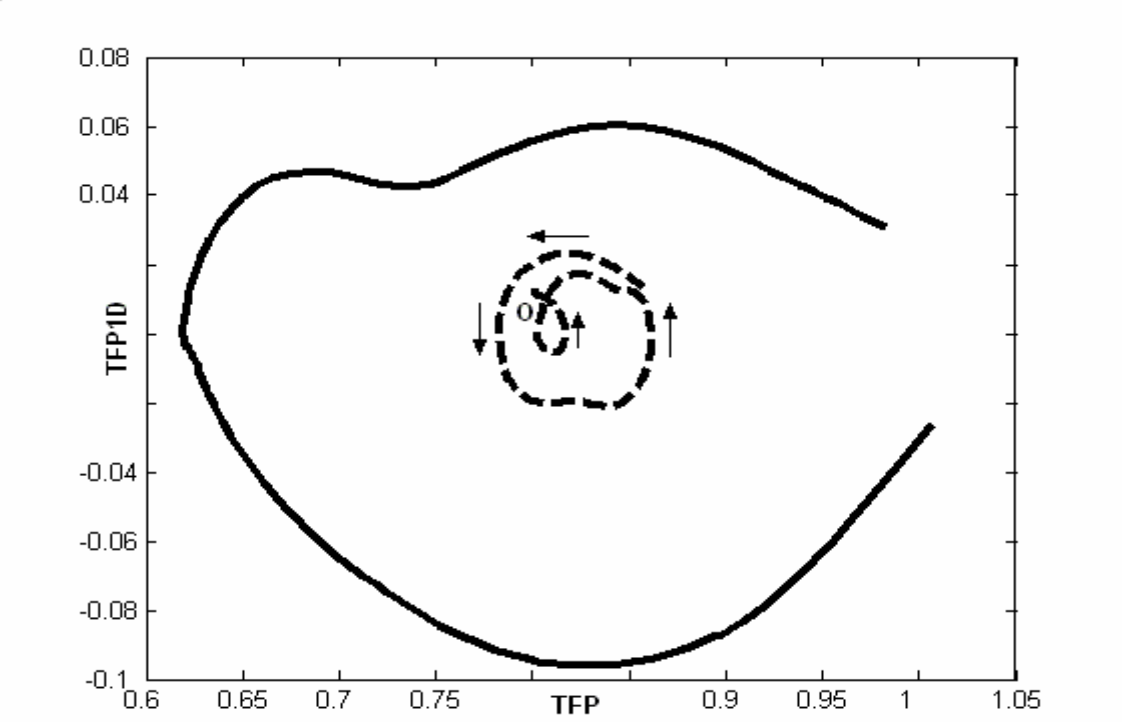


Рис.7. Фазовый портрет для экономик (промышленности) США (пунктирная линия) и России (сплошная линия). TFP, TFP1D – сплайн-образы совокупной факторной производительности и её первой производной соответственно в период 1960 – 2001гг. Сглаживающий кубический сплайн. Данные Госкомстата РФ и расчеты Бюро Экономического Анализа (для промышленности России) и World Economic and Social Survey, United Nations, 2002 (для промышленности США). Все данные сглажены с помощью алгоритма скользящего усреднения с окном равным 5 годам. Точка О – точка квазиравновесия.

подхода, является применение терминов квазиравновесие и квазиустойчивость и указание временного интервала на котором анализируется система. При этом для оценки диапазонов колебаний экономических показателей перспективным является использование сплайн – технологий, позволяющих наглядно выделять циклы на фазовых портретах, построенных на основании данных об экономической динамике. Исследование циклической экономической динамики с помощью совокупной факторной производительности позволяет на качественном уровне наглядно интерпретировать квазиравновесность экономики.

Литература

1. Давыдов А.Б., Яковенко В.С. Сплайн-технологии экономического анализа регионального продовольственного рынка// Современные наукоёмкие технологии. – 2006. – № 1. – С. 24-29
2. Гавриленков Е.Е. Экономический рост и эффективность: история болезни. Бюро экономического анализа. http://www.vedi.ru/s_lb/lb1301_r.htm.
3. Нижегородцев Р.М. Рецессионный разрыв в экономике США и мировой финансовый кризис.Известия Уральского государственного экономического университета. 2008, №2 (21), с.39-49.
4. Бессонов В.А. О динамике совокупной факторной производительности в российской переходной экономике. Экономический журнал ВШЭ. 2004, №4, 542-587с.
5. Особенности роста национальной экономики. Информационно-аналитический бюллетень фонда «Бюро экономического анализа», 2002, №29.

Серков Л.А. «Синергетический подход к понятиям равновесная и неравновесная экономика, устойчивое и неустойчивое развитие»

В статье рассматривается использование с позиций синергетики понятий равновесия и устойчивости применительно к экономическим системам по сравнению с их трактовкой в рамках неоклассического подхода. Более корректным, в рамках синергетического подхода, является применение терминов квазиравновесие и квазиустойчивость и указание временного интервала на котором анализируется система. При этом для оценки диапазонов колебаний экономических показателей перспективным является использование сплайн – технологий, позволяющих наглядно выделять циклы на фазовых портретах, построенных на основании данных об экономической динамике. Исследование циклической экономической динамики с помощью совокупной факторной производительности позволяет на качественном уровне наглядно интерпретировать квазиравновесность экономики.

Serkov L.A. Synergetic approach to concepts equilibrium and nonequilibrium economy, steady and unstable development

In article use from positions of synergetrics of concepts of balance and stability with reference to economic systems is considered in comparison with their treatment in frameworks newclassical approach. More correct, in frameworks synergetics approach, application of terms metaequilibrium and metasteady is and the instruction of a time interval on which is analyzed system. Thus for an estimation of ranges of fluctuations of economic parameters use a spline - the technologies allowing evidently to allocate cycles on phase portraits, constructed is perspective on the basis of the data on economic dynamics(changes). Research of cyclic

economic dynamics(changes) with the help of cumulative factorial productivity allows to interpret evidently at a qualitative level metaequilibrium economy.

Сведения об авторах:

Серков Леонид Александрович, заведующий отделом качества образования и научных исследований, доцент кафедры информатики Европейско-Азиатского института управления и предпринимательства, к.ф.м.н., дом. адрес: 620147, г. Екатеринбург, ул.ак. Бардина, 47-132, дом. тел.8(343) 240-44-74, e-mail: kpkg94@mail.ru. Закончил УПИ, всего опубликовано около 80 работ. Сфера научных интересов – синергетическое моделирование социально – экономических процессов.