

3.10. МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ЭКОНОМИКИ

Моисеев Н.А., аспирант кафедры математических методов в экономике

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Исследуются зависимости основных макроэкономических индикаторов экономики США: ВВП, РВВП, скорости денежного обращения, инфляции и денежного агрегата $M2$. В результате формулируется концепция пространственного динамического равновесия экономики, учитывающая эти фундаментальные показатели. Делается предположение, что стабильное развитие экономики напрямую связано с ее близостью к равновесному состоянию. На основе этого предлагается методология расчета коэффициента благополучия экономики. Также проводится сравнительный анализ динамики данного коэффициента для экономик Российской Федерации и США.

ВВЕДЕНИЕ

Говоря об экономической стабильности и процветании, исследователи часто ссылаются на динамику макроэкономических показателей. Однако при попытке формулирования объективной оценки благополучия страны, возникает проблема агрегирования этих фундаментальных коэффициентов в один. Данная статья посвящена попытке решить проблему объединения макроэкономических данных для выведения коэффициента экономического благополучия, вводя концепцию пространственного динамического равновесия экономики. Из теории экономического равновесия Л. Вальраса известно, что совершенный рынок всегда стремится к точке равновесия (спрос равен предложению) настолько быстро, насколько это возможно и, поэтому он является стабильным, эффективным и легко предсказуемым. Предположим, что для любого реального рынка существует состояние равновесия или оптимальная стратегия развития [1, 2]. Следовательно, чем дальше текущее состояние экономики от равновесия и чем дольше оно там остается, тем это хуже для экономического процветания и стабильности страны [5, 7]. Таким образом приходим к выводу, что существует потребность в методологии измерения расстояния между оптимальным и текущим состояниями экономики, что может оказать помощь в определении степени несовершенности рынка различных стран и проведении их объективных сравнений.

Анализ эмпирических данных

Проведем регрессионный анализ динамики следующих макроэкономических индикаторов США: Валовой внутренний продукт (ВВП, млн. долл., годовые данные, без сезонной корректировки) и денежный агрегат $M2$ (млн. долл., годовые данные, без сезонной корректировки, метод агрегирования – простое среднее). Для исследования берутся временные ряды годовых данных за период 1959-2012 гг. (рис. 1).

Полагая, что если в экономике отсутствуют денежные знаки, то у нее также не будет ВВП, построим линию регрессии, проходящую через начало координат. Как можно видеть из рис. 1, предложенная форма регрессионного уравнения достаточно хорошо сглаживает данные, что также подтверждается крайне высоким коэффициентом детерминации. Таким образом, можно заключить, что динамическое равновесие весьма вероятно предполагает постоянную скорость денежного обращения.

Согласно все той же теории экономического равновесия Л. Вальраса [6, 8] индекс цен за определенный период отражает некоторые диспропорции в экономике между денежным предложением и товарами на рынке. Таким

образом, можно объяснить рост или падение цен как попытку экономики сбалансировать имеющиеся диспропорции. Поэтому неравенство индекса цен нулю значит, что на протяжении рассматриваемого временного интервала экономика пыталась привести себя к равновесному состоянию [13, 14]. Следовательно, индекс цен во время экономического равновесия должен быть равен нулю.

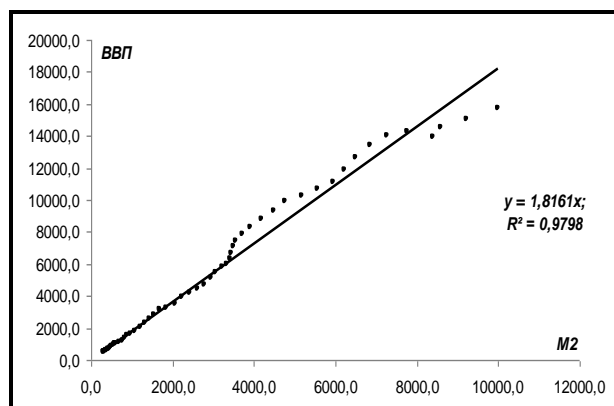


Рис. 1. График зависимости ВВП от $M2$

Поскольку при постоянных ценах $РВВП = ВВП$, представим на рис. 2 графики кросс-зависимостей $ВВП$, реальный валовой внутренний продукт ($РВВП$) и $M2$ для совершенного рынка.

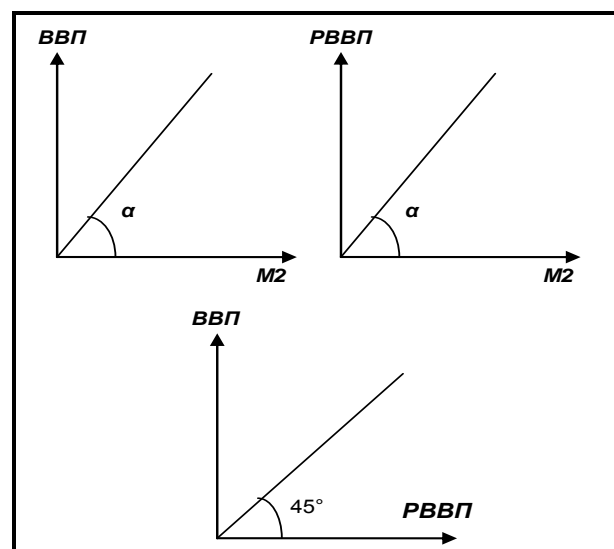


Рис. 2. Кросс-зависимости ВВП, РВВП и $M2$

Здесь $tg(\alpha)$ равняется показателю скорости денежного обращения.

Легко показать, что линейные зависимости между всеми тремя рассматриваемыми переменными, проходящие через начало координат, подразумевают постоянный коэффициент эластичности.

Модель

Преобразуем представленные номинальные величины в индексы, используя (1).

$$I_i = \frac{N_i}{N_{i-1}} * 100 - 100. \tag{1}$$

Поскольку все три зависимости имеют постоянную эластичность, перерисуем графики, представленные на рис. 2, для преобразованных переменных (рис. 3).

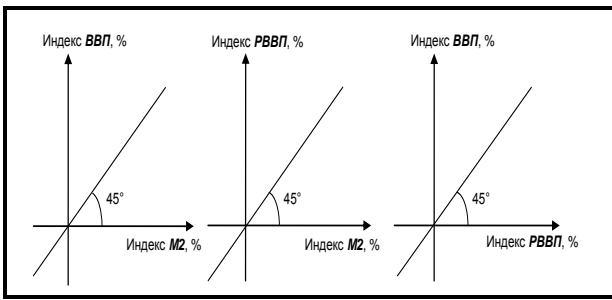


Рис. 3. Кросс-зависимости индексов ВВП, РВВП, М2

Так как форма равновесного состояния экономики представляется тремя двумерными графиками – сконпонуем их в один трехмерный (рис. 4).

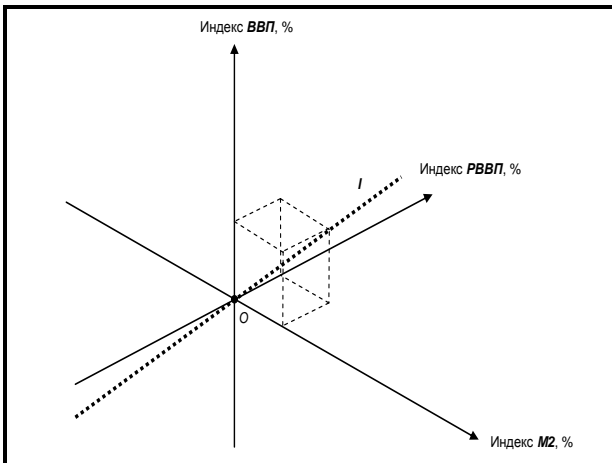


Рис. 4. Динамическое равновесие в трехмерном пространстве

Здесь прямая l задана следующей системой параметрических уравнений:

$$\begin{cases} x = t; \\ y = t; \\ z = t. \end{cases}$$

Рассмотрим следующую гипотетическую ситуацию. Экономика по прошествии некоторого периода времени имеет индекс $M2 = x_1$, индекс $ВВП = y_1$, индекс $РВВП = z_1$. Тогда можно поместить текущее состояние экономики в наше трехмерное пространство (точка $M(x_1, y_1, z_1)$ на рис. 5). Таким образом, отклонение текущего состояния от равновесного состояния будет равно расстоянию от точки M до прямой $l - d(M, l)$. Для $d(M, l)$ используется следующая общая формула:

$$d(M, l) = \frac{\sqrt{(r(z_1 - z_0) - s(y_1 - y_0))^2 + (q(z_1 - z_0) - s(x_1 - x_0))^2 + (q(y_1 - y_0) - r(x_1 - x_0))^2}}{\sqrt{q^2 + r^2 + s^2}}$$

где $\vec{a} = (q, r, s)$ – направляющий вектор для прямой l , $M_0(x_0, y_0, z_0)$ – точка, принадлежащая l .

Полагая для нашего случая $\vec{a} = (1, 1, 1)$ и $M_0(0, 0, 0)$, перепишем $d(M, l)$ в более простом виде (2).

$$d(M, l) = \frac{\sqrt{(z_1 - y_1)^2 + (z_1 - x_1)^2 + (y_1 - x_1)^2}}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

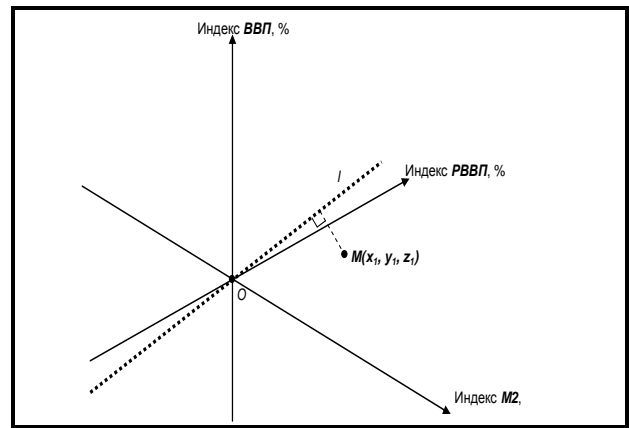


Рис. 5. Состояние экономики в трехмерном пространстве

Пронормируем $d(M, l)$ таким образом, чтобы коэффициент изменялся от нуля до единицы. Для этой процедуры логично использовать расстояние от точки $M(x_1, y_1, z_1)$ до точки начала координат $O(0, 0, 0)$. Стоит отметить, что такая нормализация принимает во внимание угол между вектором \vec{OM} и прямой l . В самом деле, сравнивая точки $M \in l$ и $N \in m$, $l \perp m$ (рис. 6), очевидно, что точка N отражает худшее экономическое состояние, нежели точка M , несмотря на то, что $d(M, l) = d(N, l)$. В точке M денежный агрегат $M2$ показывает рост наряду с $ВВП$, хоть и не на эквивалентный процент, а в точке N денежный агрегат $M2$ увеличился, в то время как $ВВП$ упал на то же количество процентных пунктов. Поэтому положим, что состояние экономики M является более сбалансированным, чем состояние экономики N . Итак, поскольку $\beta < \gamma$ и в точке M экономика ближе к своему равновесию, заключим, что чем меньше угол β , тем экономика более сбалансирована. Таким образом, коэффициент благополучия может быть записан в следующем виде:

$$WK = \frac{d(M, l)}{|\vec{OM}|} = \frac{\sqrt{(z_1 - y_1)^2 + (z_1 - x_1)^2 + (y_1 - x_1)^2}}{\sqrt{3} \times \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}} \quad (3)$$

Легко заметить, что $WK \rightarrow 0$ для экономики, находящейся в равновесном состоянии и $WK \rightarrow 1$ для абсолютно несбалансированного рынка.

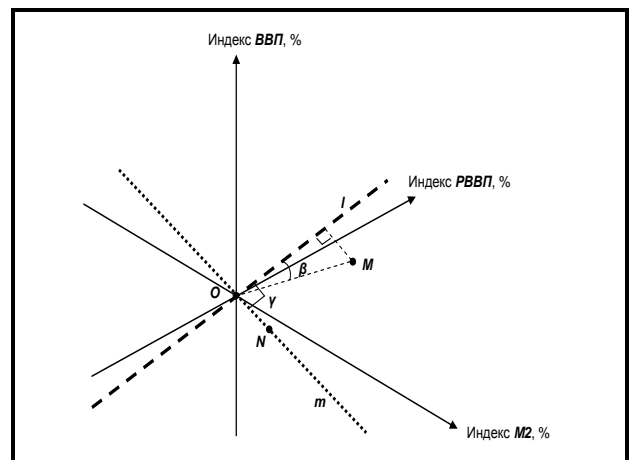


Рис. 6. Геометрический смысл коэффициента благополучия

Рассмотрим два гипотетических состояния экономики M и N (рис. 7). Видно, что, хотя N находится дальше от равновесной прямой, чем M , WK , рассчитанный по формуле (3), будет одинаковым в этих двух случаях. Для того чтобы исправить это, присвоим меньшие веса точкам, лежащим в непосредственной близости от линии равновесия и большие веса – точкам, достаточно удаленным от прямой l . Взвешивающая функция $f(d(M,l)) \in (0;1)$, $f(d(M,l)) \rightarrow 0$ при $d(M,l) \rightarrow 0$ и $f(d(M,l)) \rightarrow 1$ при $d(M,l) \rightarrow \infty$. Принимая во внимание данные утверждения, предлагается следующий вид: $f(d(M,l))$.

$$f(d(M,l)) = \frac{1 - c^{-kd(M,l)}}{1 + c^{-kd(M,l)}}, \quad (4)$$

где c, k – параметры функции.

Применяя взвешивающую функцию к формуле (3), можем переписать WK в его окончательной форме.

$$WK = \frac{d(M,l) * f(d(M,l))}{|OM|} = \frac{\sqrt{(z_1 - y_1)^2 + (z_1 - x_1)^2 + (y_1 - x_1)^2}}{\sqrt{3} * \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}} * \frac{1 - c^{-kd(M,l)}}{1 + c^{-kd(M,l)}} \quad (5)$$

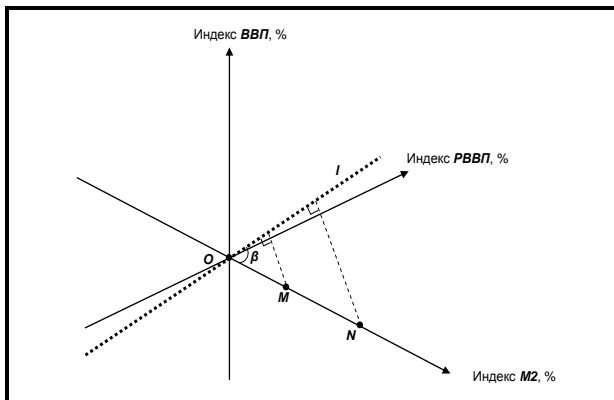


Рис. 7. Необходимость нормирования WK

Опишем процедуру вычисления параметров для WK . Для этого предлагается достаточно тривиальный способ. Разделим шкалу WK на три части:

- от 0 до 0,3;
- от 0,3 до 0,7;
- от 0,7 до 1 (рис. 8).

Каждая зона отвечает за определенную экономическую конъюнктуру:

- 1 – зеленая зона значит, что экономика достаточно хорошо сбалансирована и риск рецессии крайне низкий;
- 2 – желтая зона означает, что в экономике существуют серьезные проблемы и велика вероятность рецессии;
- 3 – красная зона предполагает, что экономика находится в критическом состоянии, и ее ожидает глубокая рецессия.

Далее, для получения параметров c и k возьмем прямую m , ортогональную к l и определим точки S_1 и S_2 для оси, представляющей $d(M,l)$, где M лежит на прямой m . При $d(M,l) < S_1$ исследователь полагает, что экономика достаточно здорова и такое отклонение от линии равновесия является несущественным; при $S_1 < d(M,l) < S_2$ исследователь считает, что такое отклонение может серьезно повлиять на благополучие

экономики; при $d(M,l) > S_2$ предполагается, что экономика находится в критическом состоянии. Для вычисления этих параметров, решаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} f(S_1) = 0,3; \\ f(S_2) = 0,7; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = \left(\frac{39}{119}\right)^{\frac{S_1}{S_2}}; \\ k = \frac{7}{13S_1}. \end{cases} \quad (6)$$

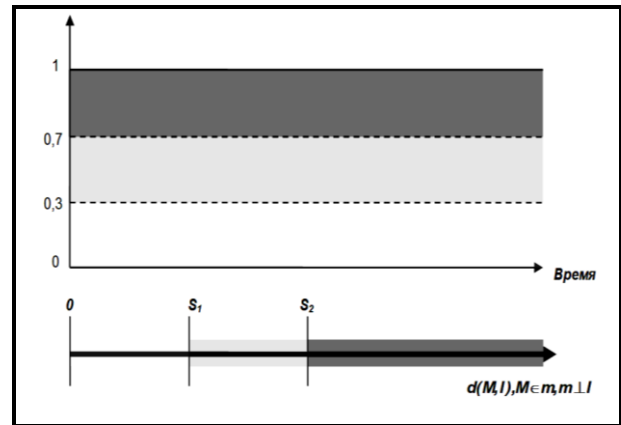


Рис. 8. Вычисление коэффициентов взвешивающей функции

Здесь ни в коем случае не утверждается, что скорость денежного обращения должна всегда оставаться на постоянном уровне, а рост цен должен отсутствовать. Естественно, что вследствие технического прогресса, демографических изменений, политической и экономической конъюнктуры экономика может отклоняться от линии равновесия. И в этом нет ничего плохого. Например, умеренная инфляция может стимулировать экономику к более быстрому развитию, так как сокращается склонность к сбережению. Проблема возникает тогда, когда такие отклонения становятся слишком большими и продолжительными, так как это значительно повышает риск негативных последствий для страны.

Апробация коэффициента благополучия экономики

Апробируем полученный коэффициент благополучия экономики на реальных исторических данных. В качестве набора эмпирических данных берется все та же статистика по экономике США (ВВП, РВВП и агрегат денежной массы $M2$). Для расчета параметров c и k для WK берется $S_1 = 0,5$ и $S_2 = 1,5$. Результат приведен на рис. 9.

Поскольку затемненные области на графике отражают экономические спады в США, из графика видно, что все рецессии происходили в то время когда WK находился либо в зоне (0,3-0,7), либо в зоне (0,7-1,0). Две главные рецессии помечены цифрами 1 и 2, где пик 1 относится к мировому экономическому кризису 1980-1982 гг., а пик 2 – к недавнему мировому кризису 2008-2011 гг. Также можно видеть, что все рецессии сопровождаются локальными максимумами WK , после чего следует его резкое падение. Это подтверждает предположение о том, что если экономика выходит из равновесия, то потом стремится к нему вернуться.

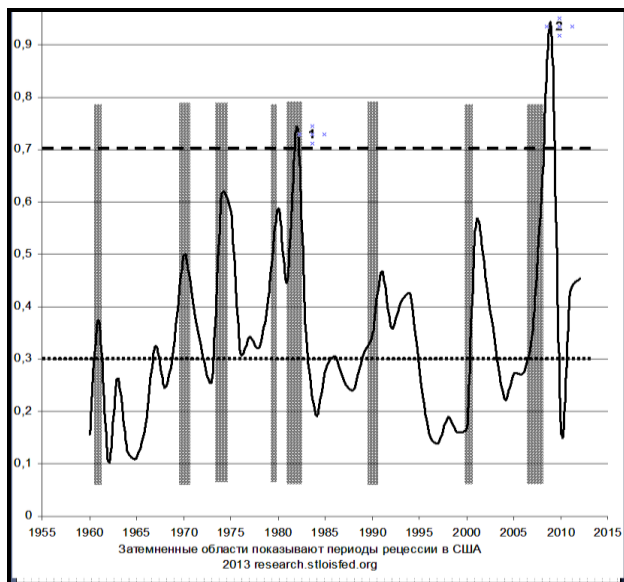


Рис. 9. Коэффициент благополучия для экономики США

Коэффициент благополучия может применяться для сравнения нескольких рынков. Чтобы проиллюстрировать данную ситуацию, проследим динамику WK для Российской Федерации и США за 1996-2012 гг. с одинаковыми величинами S_1 и S_2 (рис. 10). Как видно из графика, российская экономика достаточно постоянно в дисбалансе ее экономики. Но данный дисбаланс не является критичным. Только однажды коэффициент благополучия превышал отметку 0,7, что соответствует дефолту 1998 г. Что касается мирового экономического кризиса 2008-2011 гг., РФ пострадала меньше, нежели США. Однако после периода нестабильности в экономике США экономика приближается близко к своему равновесию, в то время как российская экономика все время остается достаточно нестабильной. Это также подтверждается средним показателем WK : для США он равен 0,347, в то время как для РФ – 0,554, что означает большую угрозу для экономического спада в РФ.

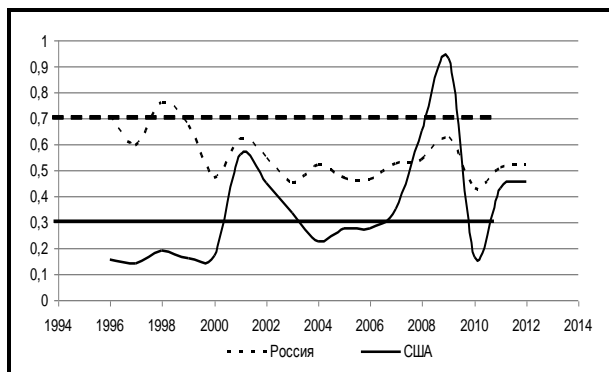


Рис. 10. WK для России и США

Экономика всегда стремится к своему равновесию в условиях совершенного рынка. К сожалению, эти условия не выполняются на реальном рынке благодаря большой степени неопределенности, в условиях которой частные лица, компании и государство принимают решения. Поэтому можно наблюдать большие отклонения от равновесного состояния практически в любой стране. Проана-

лизировав динамику макроэкономических индикаторов США и проведя теоретические рассуждения, было предложено считать экономику сбалансированной, если кросс-эластичность переменных $ВВП$, $РВВП$ и $M2$ постоянна на протяжении некоторого периода времени. Также предложена методология оценивания степени экономического дисбаланса путем измерения взвешенного стандартизированного расстояния от текущего состояния экономики до линии равновесия. Коэффициент благополучия экономики может рассматриваться как мера экономической нестабильности и в частности оценка работы правительства, поскольку основной функцией последнего является обеспечение экономического баланса, используя вверенные ему ресурсы.

Литература

1. Arrow K.J., Debreu G. The existence of an equilibrium for a competitive economy // *Econometrica*. 1954. Vol. XXII. Pp. 265-290.
2. Black F. Exploring general equilibrium. Cambridge Mass: MIT Press, 1995.
3. Debreu G. Theory of value. New York: Wiley, 1959.
4. Eatwell J. Walras's theory of capital // *The new palgrave: a dictionary of economics*. London: Macmillan, 1987.
5. Geanakoplos J. Arrow-debreu model of general equilibrium // *The new palgrave: a dictionary of economics*. 1987. Vol. 1. p. 116-124.
6. General equilibrium // *The new palgrave: a dictionary of economics*. 1987. Vol. 2. p. 498-512.
7. Grandmont J.M. Temporary general equilibrium theory. // *Econometrica*. 1977. Vol. 45, №3. p. 535-572.
8. Jaffe W. (1953). Walras's theory of capital formation in the framework of his theory of general equilibrium // *Economie appliquée*. 1953. Vol. 6. p. 289-317.
9. Kornai J. Anti-Equilibrium. 1971.
10. Kubler F. Computation of general equilibria (new developments) // *The new palgrave dictionary of economics*. 2nd edition abstract. 2008.
11. McKenzie L.W. The classical theorem on existence of competitive equilibrium // *Econometrica*. 1981.
12. Mitra-Kahn, Benjamin H. Debunking the myths of computable general equilibrium models // *SCEPA working paper*. 2008. Vol. 1.
13. Petri F. General equilibrium, capital, and macroeconomics: a key to recent controversies in equilibrium theory, Edward Elgar. 2004.
14. Samuelson P.A. The stability of equilibrium: comparative statics and dynamics // *Econometrica*. 1941. Vol. 9. p. 97-120.
15. Scarf H.E. Computation of general equilibria // *The new palgrave dictionary of economics*. 2nd Edition. Abstract. 2008.

Ключевые слова

Динамическое пространственное равновесие; коэффициент благополучия; $ВВП$; $РВВП$; скорость денежного обращения; инфляция; денежный агрегат $M2$; сравнительный анализ; экономика США; экономика России.

Моисеев Никита Александрович

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях глобализации нарастает необходимость объективного измерения экономической стабильности и благополучия региона. Существует потребность в методологии агрегирования множества макроэкономических показателей в один для оценки региона, его потенциала и проведения объективных сравнений среди нескольких стран.

Новизна и практическая значимость. В статье в результате проведения эмпирического анализа макроэкономических данных, формируется модель пространственного динамического равновесия экономики. На основе данной модели предлагается методология расчета показателя благополучия экономики региона, определяемая как нормированное взвешенное расстояние текущего состояния экономики от равновесного. Данный коэффициент может с успехом использоваться для сравнения экономической конъюнктуры нескольких стран, а также участвовать в расчетах показателей инвестиционного климата региона.

Заключение: рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к изданию.

Никулин Л.Ф., д.э.н., профессор Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова