

УДК 519.8, 330.362

Боташева Ф.Б.

(г. Черкесск)

ДИНАМИЧЕСКИЙ «КОЭФФИЦИЕНТ ВЫТЕСНЕНИЯ»
СТРАН-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА МИРОВОМ НЕФТЯНОМ РЫНКЕ

Аннотация. В статье определены и описаны три составные части сравнительного динамического анализа конкуренции макроэкономических конъюнктур на рынке – математическая модель, математические конструкты и инструменты. При этом архитектоника рынка и его слагаемых отягощена перманентным движением. Предлагаемый «коэффициент вытеснения» наглядно показывает относительность роли той или иной страны в общемировом производстве, находит время и амплитуду ее «вытеснения» с рынка. Скорее лингвистическое определение конкуренции наполняется аналитическими, графическими и численными образами. Методология распространяется на случаи, когда коллективный результат деятельности агентов экономической структуры аддитивен и ограничен объемом ресурса. В качестве модельного объекта использован общемировой рынок нефти.

Ключевые слова: конкуренция, нефтяной рынок, «коэффициент вытеснения», сплайны, фазовый анализ, системы компьютерной математики.

F. Botascheva

(Cherkessk)

DYNAMIC “SWEEP EFFICIENCY” OF THE PRODUCING
COUNTRIES IN THE WORLD OIL MARKET

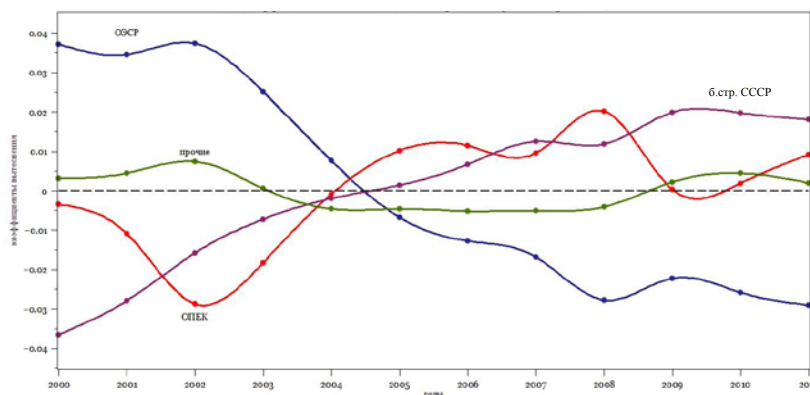
Abstract. This paper identifies and describes three components of the dynamic comparative analysis of competitive macroeconomic conditions in the market - a mathematical model, mathematical constructs and tools. The architectonics of this market and its terms are burdened with permanent movement. The proposed “sweep efficiency” clearly shows the relative role of this or that country in the world production, defines the time and amplitude of its “exclusion” from the market. It is rather the linguistic definition of competition is filled with analytical, graphical and numerical images. The methodology extends to cases where the collective result of the economic structure agents is additive and limited by the amount of resources. Global oil market is taken as a model object.

Key words: competition, oil market, “sweep efficiency”, splines, phase analysis, the systems of computer mathematics.

Нефть является важнейшим стратегическим сырьем, служащим основой производства горюче-смазочных материалов, это неотъемлемый продукт производственно-хозяйственного процесса. Мировой спрос на нефть играет особую роль, важнее всего возможность предложения нефти как на долгосрочные поставки, так и на среднесрочные. Нефть, являясь одним из самых популярных сырьевых товаров, торгуется на рынке динамичном и ликвидном. С момента открытия нефти во второй половине XIX в. мировая нефтяная промышленность пережила не менее восьми циклических периодов активности. Пики сопровождались неизбежными спадами.

Нефтяная отрасль – типичный пример *boom/bust*-бизнеса, для него характерны периоды лихорадочной активности, чередующиеся с временами застоя. Мировой нефтяной рынок представляется в виде макроэкономического «поля», «игроки» на котором пользуются одним и тем же ресурсом – ограниченной потенциальной емкостью мировой экономики – и в рамках этого лимита стараются наилучшим образом решить политические, социальные и экономические проблемы своих стран, вытесняя с «игрового поля» других участников. Так мы приходим к необходимости научного, т. е. аналитического, количественного и графического определения в динамике доли общего ресурса рынка, приходящейся на одного участника борьбы, приходит представление о конкуренции между противостоящими сторонами, о категории «вытеснения» с рынка одного участника другими.

Рис. 1. «Коэффициенты вытеснения» для конгломератов стран-производителей в аддитивном балансе мирового производства нефти в 2000-2011 гг.
Кубическая сплайн-аппроксимация

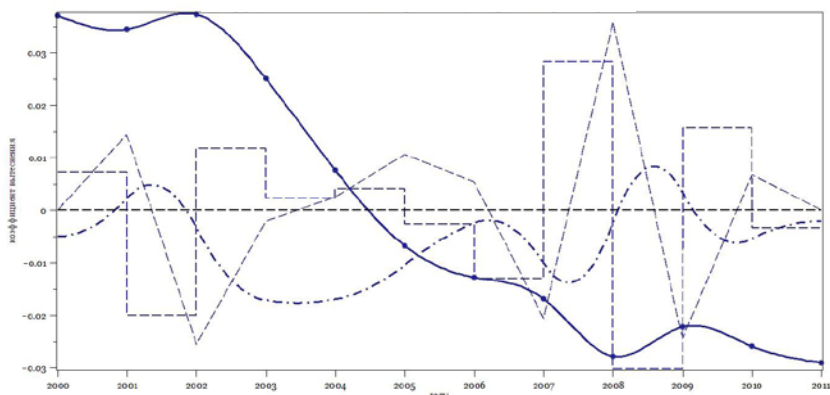


Из рис. 1 видно, что в 2000 г. ОЭСР (*NAVY*) вытесняли в основном бывшие страны СССР (*MAROON*), почти не влияя на роль стран ОПЕК (*RED*) и «прочих» (*NIAGARA LEAFGREEN*) на мировом нефтяном рынке. Основная борьба за влияние в период 2002–2005 гг. развернулась между странами ОЭСР и ОПЕК, тогда страны ОПЕК и бывшего СССР начали энергично вытеснять ОЭСР из общего баланса. Роль бывших стран СССР перманентно увеличивалась весь период. Большой объём продаваемой нефти странами ОПЕК в 2008 г. чуть снизил роль продаж нефти на рынке планеты странами бывшего Советского Союза и ОЭСР. В 2004 г. «коэффициент вытеснения» всех конгломератов стран-производителей стал примерно равным нулю, создав нечастое «корпоративное равновесие». 2009 г. характеризуется малым реваншем стран ОЭСР и подъёмом роли продаж стран бывшего СССР, роль ОПЕК падает почти до нуля. В 2011 г. обстановка стабилизировалась, страны ОПЕК и бывшие страны СССР вытеснили ОЭСР из общемирового баланса, почти не повлияв на роль «прочих» стран.

Конкуренция получает графический образ, используем для этого современный экономико-математический инструментарий — систему компьютерной математики *MAPLE 16.01*. Математически для участников мирового нефтяного рыночного поля следует количественно определить меру динамического влияния k -й группы стран-производителей или одной k -й страны на роль другой страны или группы в итоговом результате. Введем новый инструмент количественного определения конкурентного преимущества k -го участника над всеми остальными на каждом j -м отрезке времени (в j -м году) — «коэффициент вытеснения» ${}_kKB_j$. Есть смысл использовать его более широко как пространственно-временной образ тенденции, нужный в качестве основы для прогнозных построений. Методология — общая и распространяется на все случаи, когда коллективный результат деятельности агентов некоторой экономической структуры аддитивен и ресурсно ограничен, возникает задача определения в динамике, какой из участников рынка, когда и как интенсивно «вытесняет» других из итога.

В использованной нами модели мирового нефтяного рынка общий объём производства нефти (*ALL*) зависит от активности четырех конгломератов стран-производителей: это ОЭСР (*OECD*) — 34 страны Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (Австралия, Австрия, Англия, Германия, Испания, Канада, Люксембург, Мексика, Нидерланды, Норвегия, США, Южная Корея, Япония и др.); страны ОПЕК (*OPEC*); бывшие страны Советского Союза (*USSR*); группа стран «прочие» (*OTHERS*). Нефтяной рынок характеризуется общемировым

Рис. 2. Аналитическая сплайн-модель «коэффициента вытеснения» стран ОЭСР (NAVY) на мировом нефтяном рынке



объемом продаж по годам, обозначим его в каждом j -м году через Y_j , а также продажей нефти конгломератами стран-участниц: ${}_1Y_j$ — объем производства странами ОЭСР, тысяч баррелей в сутки; ${}_2Y_j$ — объем производства странами ОПЕК, те же единицы; ${}_3Y_j$ — объем производства странами бывшего Советского Союза; ${}_4Y_j$ — объем производства «прочими» странами. Значения параметров мирового нефтяного рынка в 2000–2011 гг. взяты из [5].

На рис. 2 первая производная гладкая — штрих-пунктир, вторая — треугольная, пунктир, третья — прямоугольная, пунктир. Демонстрация энергичного поступательного в течение 10 лет вытеснения роли стран ОЭСР с мирового рынка нефти. Первая производная почти всегда отрицательна, хотя «экономические силы» 2001 и 2008 гг. в 2002 и 2009 гг. слегка реабилитировали роль стран ОЭСР.

Идея, рабочая гипотеза появления «коэффициента вытеснения» [2] и аналитическая часть задачи определяются так: коэффициент должен определять в динамике, какой из участников нефтяного рынка, как и когда «вытесняет» других участников относительно исторического среднего итогового показателя. При этом не надо забывать, что с каждым годом изменяется как общее производство нефти в мире, так и абсолютный объем ее продаж разными участниками мирового консорциума. Удобно положить, что если «коэффициент вытеснения» равен нулю, то соперничающие силы «не вытесняют» друг друга и сотрудни-

чают на рынке в прежних исторических пропорциях, их относительные объемы производства в каждом j -м временном интервале соответствуют среднему раскладу таких относительных объёмов за весь период наблюдений. Если «коэффициент вытеснения» в j -м временном интервале для некоторого k -го игрока на рынке станет положительным, ${}_kKB_j > 0$, то это должно означать, что его относительный объем продаж в этом году выше ранее установившихся «средних». Он «вытесняет» других участников из общемирового результата в j -м году, ситуация соответствует его преобладанию над конкурентами. При ${}_kKB_j < 0$ отрицательное значение «коэффициента вытеснения» должно означать, что k -й игрок «вытесняется» из баланса в j -м интервале времени другими участниками, проигрывая в конкурентной борьбе с ними.

Пусть у k -го производителя нефти ($k = 1..M$ и в нашей модели $M = 4$) объем продаж в каждом j -м временном интервале, j -м году ($j = 1..N$ и в нашей модели $N = 12$) равен ${}_kY_j$. Общемировая добыча нефти есть сумма объёмов производства всех M конгломератов стран-участниц на каждом j -м годовом отрезке времени: $Y_j = \sum_{k=1}^M {}_kY_j$ ($j = 1..N$). Перейдем к относительным величинам: ${}_kW_j = \frac{{}_kY_j}{Y_j}$, так что $W_j = \sum_{k=1}^M \frac{{}_kY_j}{Y_j} = 1$. Отделим объем производства интересующего нас k -го конгломерата стран или k -й страны ${}_kY_j$ от объемов торговли всех «остальных» нефтяных производителей в j -м году — ${}_kZ_j$, где индекс k у ${}_kZ_j$ означает «без k -го участника». Производство нефти «остальными» производителями в j -м году будет суммой:

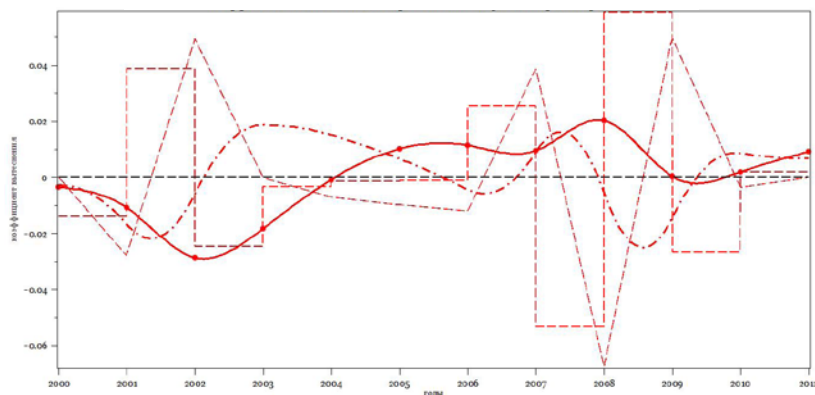
${}_kZ_j = {}_1Y_j + {}_2Y_j + \dots + {}_{k-1}Y_j + {}_{k+1}Y_j + \dots + {}_MY_j$. Легко видеть, что $W_j = \frac{{}_kZ_j}{Y_j} + \frac{{}_kY_j}{Y_j}$. Математическое ожидание $M()$ величин $\frac{{}_kZ_j}{Y_j}$ и $\frac{{}_kY_j}{Y_j}$ за время наблюдений N :

$$M({}_kZ) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{{}_kZ_j}{Y_j}; \quad M({}_kY) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{{}_kY_j}{Y_j}. \quad \text{Таким образом,}$$

$$M({}_kZ) + M({}_kY) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{{}_kZ_j}{Y_j} + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{{}_kY_j}{Y_j} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{{}_kZ_j + {}_kY_j}{Y_j} \right)$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{{}_1Y_j + {}_2Y_j + \dots + {}_MY_j}{Y_j} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 1 = \frac{N}{N} = 1.$$

Рис. 3. Аналитическая сплайн-модель с производными (первая – штрих-пунктир, вторая и третья – пунктир) «коэффициента вытеснения» странами ОПЕК (RED) других производителей на мировом рынке нефти.



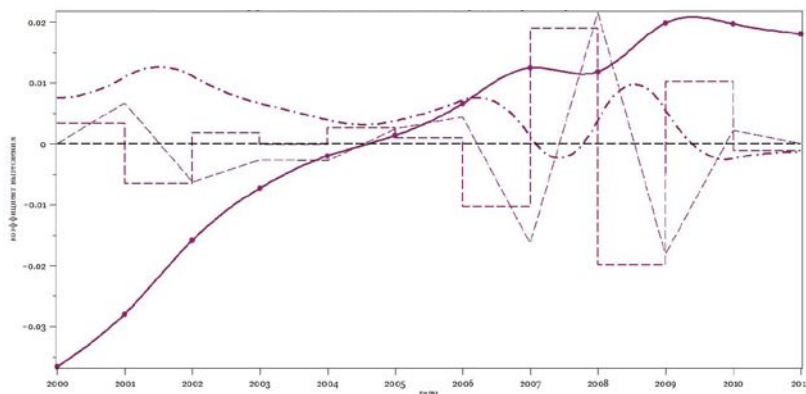
На рис. 3 рост производных (особенно третьей – она умножена на 1/2) в 2001-2003 и в 2007-2010 гг. свидетельствует о локальном нарастании турбулентности макроэкономических конъюнктур [3] в эти критические периоды. «Коэффициент вытеснения» можно определять для любого j -го года в двух видах – для «вытесняемого» – ${}^*{}_k KB_j = \frac{{}^k Y_j}{Y_j} - M({}^k Y)$, либо для группы оставшихся «вытеснителей» – ${}_k KB_j = \frac{{}^k Z_j}{Y_j} - M({}^k Z)$. Но в любом случае он есть разность между текущим j -м относительным показателем и его математическим ожиданием за все N лет, при этом всегда

$${}_k KB_j + {}^*{}_k KB_j = 0, \quad \text{ибо} \quad \left(\frac{{}^k Z_j}{Y_j} - M({}^k Z) \right) + \left(\frac{{}^k Y_j}{Y_j} - M({}^k Y) \right) = 1 - 1 = 0,$$

первые слагаемые скобок равны плюс единице, вторые – минус единице.

Случай ${}_k KB_j > 0$ и одновременно ${}^*{}_k KB_j < 0$ означает, что страны-производители с $N \setminus N \setminus 1, 2, \dots, \kappa-1, \kappa+1, \dots, M$ «вытесняют» с рынка страну-производителя $N \setminus \kappa$. ${}_k KB_j = 0$ и одновременно ${}^*{}_k KB_j = 0$ означает историческое динамическое равенство относительных объемов продаж

Рис. 4. Аналитическая сплайн-модель «коэффициента вытеснения» роли стран бывшего СССР (MAROON) на мировом рынке нефти в 2000-2011 гг.



стран-произ-водителей («корпоративное братство») в j -м году. ${}_k KB_j < 0$ и ${}_k^* KB_j > 0$ соответствует «вытеснению» страной-производителем № k с объемом производства нефти Y_j конгломератов стран или отдельных стран с № № 1, 2, ..., $k-1$, $k+1$, ..., M , так их доля в общем динамическом объеме поставки на мировой нефтяной рынок относительно прошлого уменьшается.

На рис. 4 первая производная — штрих-пунктиром, вторая и третья — пунктиром, третья умножена на 1/2. Перманентная положительность первой производной по всему интервалу означает, что страны бывшего СССР на мировой нефтяной арене поступательно и неуклонно «вытесняют» из мирового баланса других участников. На 2008 г. приходится наибольшее значение треугольной «экономической силы», толкающей роль стран бывшего СССР на мировом нефтяном рынке к росту в 2009-2010 гг.

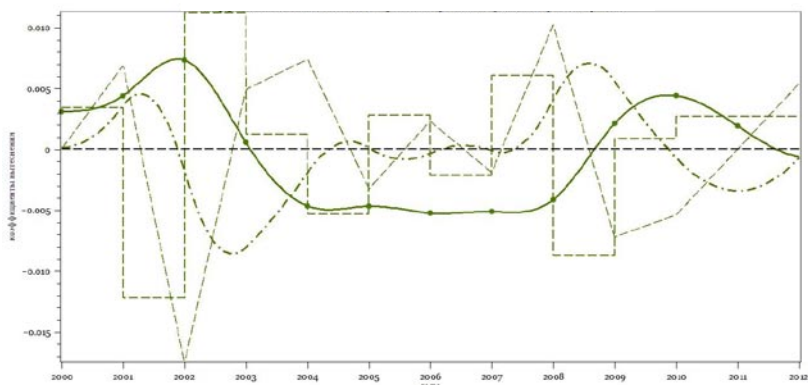
Метаматематические особенности «коэффициента вытеснения» ${}_k KB_j$ состоят в том, что он — динамическая количественная мера «вытеснения» продавца нефти с рынка на каждом j -м временном интервале; «коэффициент вытеснения», как и известный коэффициент корреляции, ограничен диапазоном ± 1 , имеет нейтральным значением 0, что соответствует «в среднем» неантагонистическому корпоративному сосуществованию производителей нефти на рынке; положительное значение ${}_k KB_j$ одного из k участников соответствует его преобладанию и

«вытеснению» конкурентов; отрицательное значение — естественный проигрыш в соревновании с ними.

Исследовался мировой нефтяной рынок, $j = 2000–2011$ гг. На рис. 1 показаны кубические сплайн-образы переменных ${}_1KB_j - {}_4KB_j$. Исследователей волнует бурный рост продаж нефти в мире в 2003, 2004 и 2010 гг. Хотелось бы количественно знать, за счет кого, как быстро и интенсивно страны k -го конгломерата (например, страны ОПЕК или бывшего СССР) «вытесняют» с мирового нефтяного рынка других участников (страны ОЭСР, «прочих»). С одной стороны, они, увеличивая свой объем продаж ${}_kY_j$ при движении по времени (с ростом j), способствуют увеличению мирового объема продаж Y_j и, казалось бы, не затрагивая интересов остальных стран, удовлетворяют возросшие потребности стран-импортеров мира в j -м году. С другой стороны, находясь на мировом рынке с ограниченным спросом на нефть, следует ожидать, что рост объема продаж ${}_kY_j$ одной страной должен в относительной мере «отбирать» покупателей у других стран-производителей относительно роста общемировой добычи нефти. При этом сокращаются относительные их исторически «средние» объемы продаж ${}_1W_j, \dots, {}_{k-1}W_j, {}_{k+1}W_j, \dots, {}_MW_j$. Тогда динамическую (j -го года) меру такого «вытеснения» на временных отрезках аналитически, графически и количественно определит предлагаемый коэффициент ${}_kKB_j$.

На рис. 2-5 показаны аналитические сплайновые образы [1] «коэффициентов вытеснения» всех конгломератов стран-производителей не-

Рис. 5. Сплайн-модель «коэффициента вытеснения» с мирового нефтяного рынка «прочих» производителей (NIAGARA LEAFGREEN)

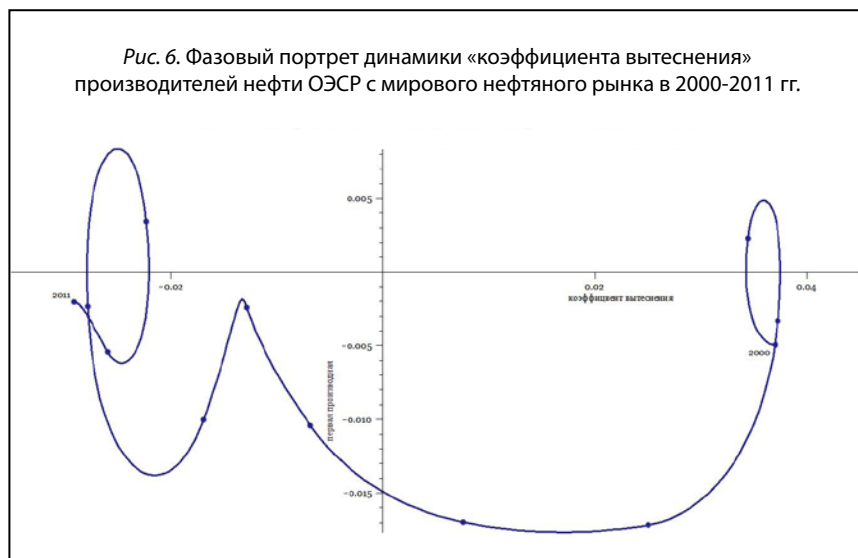


фти ${}_1KB_j - {}_4KB_j$ – в динамике ($j = 2000–2011$) с тремя производными. Первая производная – непрерывная, штрих-пунктир, показывает скорость изменения экономического показателя, раньше и точнее определяет прогноз возможного хода процесса, она пропорциональна «экономическому импульсу». Вторая производная (пунктир) – «ускорение» процесса – непрерывная кусочно-линейная функция, пропорциональна действующей «экономической силе». Кусочно-прямоугольная третья производная (пунктир) в узлах претерпевает разрывы с конечным скачком.

На рис. 5 первая производная – штрих-пунктиром, вторая и третья производные – пунктиром, третья умножена на $1/2$. Наибольшее «вытеснение» приходится на 2004–2008 гг., максимальная скорость роста роли стран «OTHERS» – в 2009 г.

Построение «коэффициентов вытеснения» демонстрирует одновременно и классическое использование сплайнов для сглаживания «решетчатых» зависимостей – *spline-smoothing* [1]. При этом хорошо просматривается динамика показателей, их тенденции, действующие «экономические импульсы» и «экономические силы», их взаимовлияние. Появляется представление о «временном классе» поведения каждого из этих процессов.

На рис. 6–9 можно увидеть фазовые портреты предложенного «коэффициента вытеснения» конгломератов стран-производителей нефти на мировом рыночном «поле» в 2000–2011 гг. Продемонстрируем достаточно новые для экономики методы фазового анализа динамики пока-



зателей, реализуемые в фазовом пространстве, на фазовых траекториях, в фазовых портретах, на картинах параметрических взаимозависимостей [1].

На рис. 6 общее «вытеснение» с движением показателя KB_j справа (точка $j = 2000$) налево (точка $j = 2011$). Первая производная, естественно, в основной своей части ниже нуля. Процесс в 2002-2008 гг. идёт поступательно, жёстко, безальтернативно. Дважды страны ОЭСР пытаются увеличить свою долю на рынке, что показывают небольшие циклы «сопротивления вытеснению» 2000-2002 и 2008-2011 гг.

Фазовым портретом будем называть построенную в фазовом пространстве кривую, которая представляет собой зависимость первой производной $Y'(t)$ некоторой непрерывной функции $Y(t)$ от самой этой переменной, показателя или функции, время t будет играть роль параметра. Хорошо известно, какую важную роль играют фазовые портреты в математике вообще, в математическом анализе, прикладной математике, физике, электричестве, в технических приложениях, системах автоматизированного управления. Интересно, что если поведение показателя системы периодически во времени $Y(t)$, то оно может быть представлено бесконечным рядом Фурье из периодических функций $\sin(k \omega_0 t)$ и $\cos(k \omega_0 t)$:

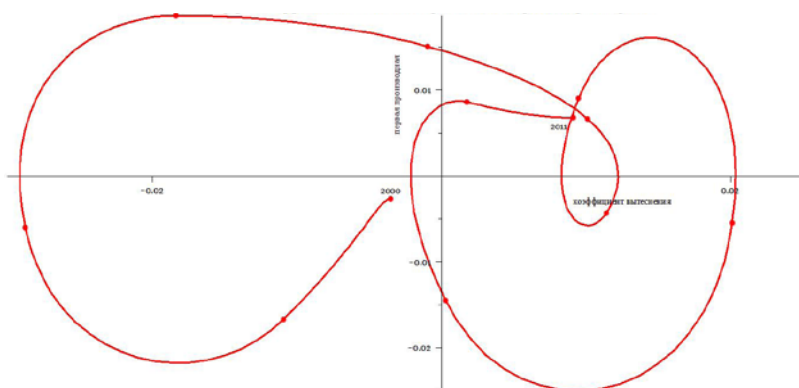
$$Y(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k \omega_0 t + b_k \sin k \omega_0 t)$$

Первое слагаемое $a_0/2$ соответствует среднему значению $Y(t)$, каждая k -тая гармоническая компонента имеет круговую частоту $k \omega_0$, линейную частоту $k \omega_0$, период колебаний k/T , где $\omega_0 = 2\pi/T$, амплитуду $\sqrt{a_k^2 + b_k^2}$ и фазу $\varphi_k = \arctg(b_k/a_k)$. Изменение отношения b_k/a_k приводит к изменению или сдвигу фазы. Так в экономике появляются понятия фазы, фазового пространства, фазовой плоскости, фазового портрета, фазовой траектории, макроэкономического цикла в фазовом пространстве [4].

На рис. 7 — идеальные циклы 2005-2007 и 2005-2011 гг. Кривая «коэффициента вытеснения» идёт от центра ($j = 2000$) и заканчивается при положительных значениях коэффициента и первой производной (при $j = 2011$). Конец графика показывает оптимистическую тенденцию роста роли стран ОПЕК на нефтяном рынке.

Ведущая роль производных в математике, анализе, физике, технике, автоматическом управлении и, как это ни странно звучит, — экономике заставляет использовать фазовые методы и фазовые портреты

Рис. 7. Фазовый портрет динамики «коэффициента вытеснения» стран ОПЕК (RED). Большой квазицикл 2000-2010 гг.

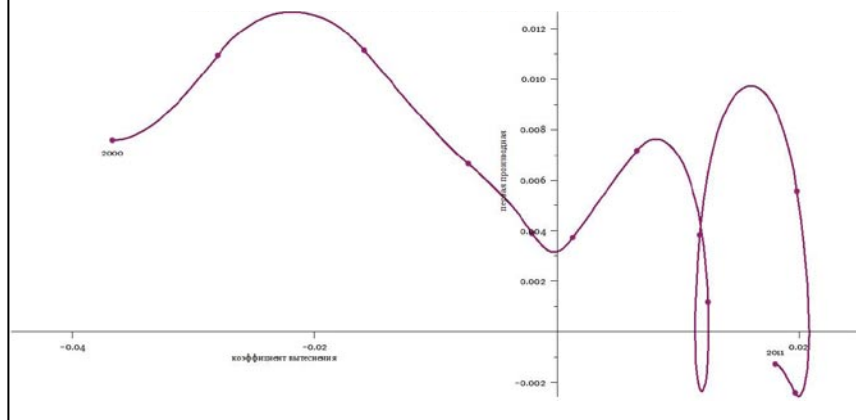


на плоскостях частного вида $(0, Y, Y')$ при анализе динамики, особенно хороши они в поиске циклов и при прогнозировании макроэкономического поведения. Важность роли производных в макроэкономике состоит в том, что первая производная всегда определяет тенденции макроэкономического процесса. Первая производная, умноженная на массу, в физике соответствует импульсу, «экономический импульс» будет произведением первой производной показателя на денежный эквивалент, некоторые средства.

На рис. 8 показанный процесс идёт слева ($j = 2000$) направо ($j = 2011$). KB_j с 2000 г. был положительным и большим, начал энергично «вытеснять» как страны ОЭСР, так и ОПЕК из общего баланса. Цикл 2007–2008 гг. и уход кривой вниз показывает опасную тенденцию уменьшения показателя «вытеснения» в 2012 г.

Вторая производная многократно и полезно употребляется в механике, физике, технике. Называясь «ускорением», она, умноженная на некую константу (в механике она называется «масса», в экономике это некоторый финансовый актив), превращается в «силу». В экономофизике применение второй производной еще ждет своего часа не только для более глубокого анализа и более долгого прогнозирования экономической конъюнктуры [2], но, и это самое главное, для явного определения

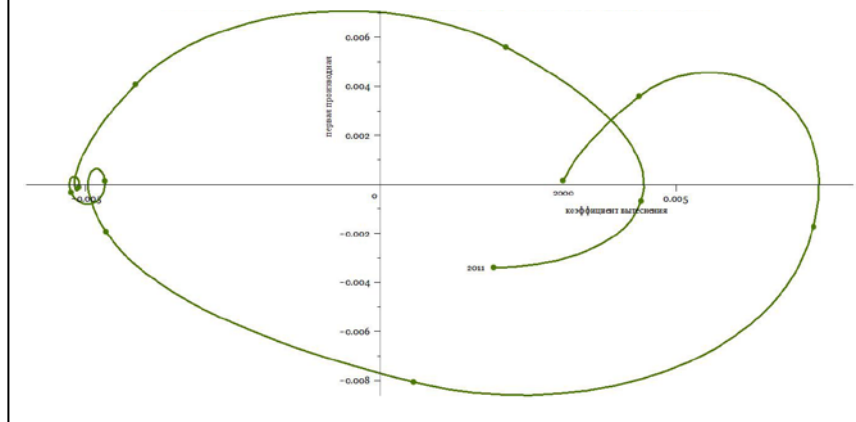
Рис. 8. Фазовый портрет динамики «коэффициента вытеснения» роли стран бывшего СССР (MAROON) на мировом нефтяном рынке



и использования «экономических сил», управляющих макроэкономической эволюцией.

На рис. 9 тенденция вытеснения (первая производная) в 2000–2002 г. положительна, в 2002–2007 гг. заходит в отрицательную область, но в 2007–2010 гг. опять положительна, что соответствует вытеснению «про-

Рис. 9. Фазовый портрет динамики «коэффициента вытеснения» с мирового нефтяного рынка группы «прочих» стран (NIAGARA LEAFGREEN), торгующих нефтью



чими» с рынка других участников. В 2010-2011 гг. она падает ниже нуля под давлением экспансии стран ОПЕК и бывших стран СССР. Таким образом, введенное понятие «коэффициента вытеснения» с его аналитическим, численным и графическим эквивалентами заменяет неконкретные, часто всего лишь вербальные представления о конкуренции, борьбе на рынке, вытеснении одного участника соревновательного процесса другим. «Коэффициент вытеснения» помогает выявлять и лучше аналитически, графически и численно представлять себе динамику конкурентного соревнования на любых рынках (это может быть мировой ВВП, продажи нефти, зерна, полиметаллов, алмазов и т. д.) с ограниченными сверху ресурсами и с аддитивными законом композиции его составляющих.

Литература:

1. *Боташева Ф.Б.* Макроэкономическая динамика в фазовом пространстве. – М.: Илекса, 2009. – 268 с.
2. *Винтизенко И.Г., Чадранцев А.В.* «Прогнозируемость» экономических процессов. Научные труды Международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы». – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2005. – С. 68–72.
3. *Винтизенко И.Г., Черкасов А.А.* Роль неопределенности и риска в современной экономике // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – № 64 (10). Идентификационный номер Информрегистра 0421000012 /0267.
4. *Винтизенко И.Г., Яковенко В.С.* Экономическая цикломатика. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 428 с.
5. *BP Statistical Review of World Energy, 2012.*