

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ НЕФТЯНЫМИ ЦЕНАМИ

И.В. Цветков

Тверской государственной университет
Кафедра экономики и управления производством

В работе изложены основные моменты в описании и прогнозировании динамики нефтяных цен. Показано, что основным управляющим параметром в рамках данного подхода является фрактальная размерность динамики нефтяной цены. Рассмотрены основные факторы влияния на значение фрактальной размерности. Исследованы условия возникновения «пузырей» на нефтяном рынке.

Ключевые слова: прогноз, фрактал, динамика, цена на нефть, управление.

Введение

Структура и состояние мировой и российской экономики в настоящее время во многом определяется уровнем нефтяных цен. В связи с этим становится существенной роль прогнозирования этих цен. В данной работе мы покажем, что предложенная нами схема прогноза хорошо соответствует реальной ситуации в динамике нефтяных цен. Предсказанные нами нефтяные цены на конец 2010 года полностью согласуются с фактическими данными [1: 12-15; 2: 21-26].

Поэтому, на наш взгляд, при принятии управленческих решений, связанных с регулированием нефтяного рынка может оказаться востребованными результаты данной работы по методам прогнозирования нефтяных цен на основе фрактального подхода. Существенным элементом данного подхода является принцип самоподобия.

Первым, кто обратил внимание на самоподобный характер поведения цен, был основоположник фракталов – Бенуа Мандельброт [2: 21-26]

Мандельброт обнаружил, что произвольные внешне колебания цены могут следовать скрытому математическому порядку во времени, который не описывается стандартными кривыми.

Бенуа Мандельброт занялся изучением статистики цен на хлопок за большой период времени – по этим ценам имелись надежные данные более чем за сто лет. Колебания их в течение дня казались непредсказуемыми, но компьютерный анализ смог проследить тенденцию ценового изменения. Он вывел график, на котором колебания цен за один конкретный день были наложены на более длительный отрезок времени. Мандельброт проследил симметрию в длительных колебаниях цены и колебаниях кратковременных. Это открытие оказалось полной неожиданностью для экономистов, пользовавшихся математикой только для вычислений. Да и сам

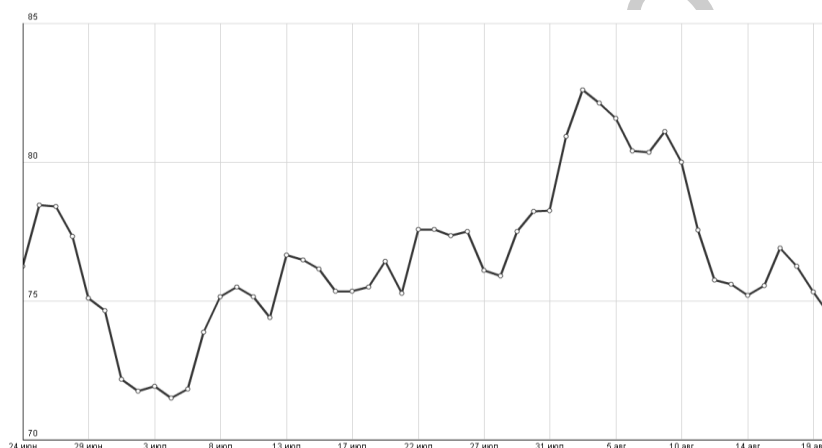
Мандельброт удивился собственным же открытиям. Он не вполне понимал их тайный смысл, но чувствовал, что нащупал нечто очень важное. Позже выяснилось, что он интуитивно начал разрабатывать рекурсивный (фрактальный) метод в экономике. Более специфический технический термин для подобия между частями и целым – самоподобность. Она связана со знаменитой концепцией фракталов, называемой самоподобием, в котором каждая деталь картины уменьшена или увеличена с одинаковым отношением – процесс, знакомый любому, кто когда-либо заказывал увеличение фотографии. Финансовые рыночные графики, однако, далеки от самоподобия.

Самоподобный характер нефтяных цен

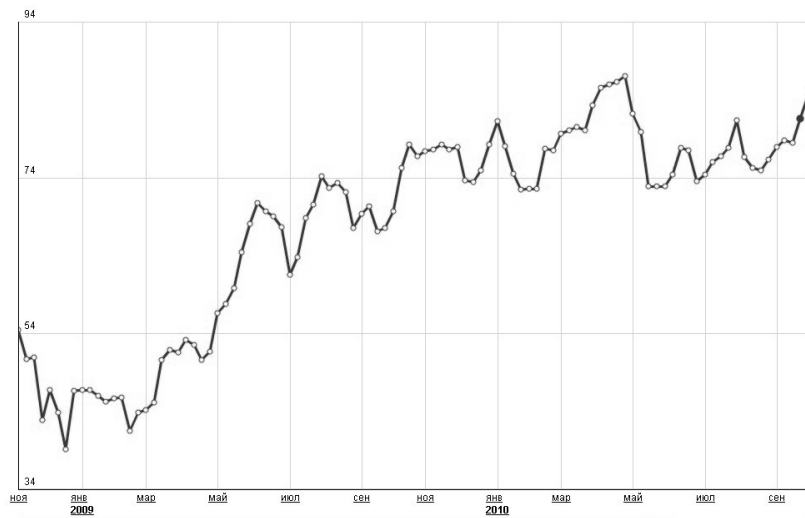
Практической иллюстрацией мультифрактальных свойств реальных временных рядов может послужить сравнение графиков колебаний биржевых цен на нефть в течение нескольких месяцев, года и десятилетия.

Проиллюстрируем самоподобный характер нефтяных цен с помощью рисунков (1 – 3).

Картина принципиально не меняется, даже с учетом сильного взлета и падения цен на нефть в 2008-2009 гг. Периоды взлетов сменяются периодами падений, а те в свою очередь, периодами плавного роста или падения.



Р и с 1. Биржевая цена на нефть, меняющаяся с 24 июня по 20 августа 2010 года (Brent)



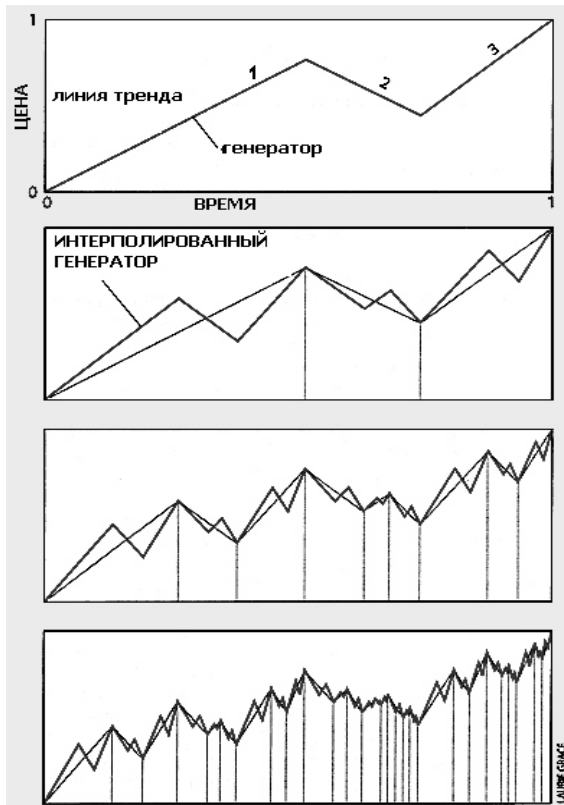
Р и с .2 Биржевая цена на нефть, меняющаяся в течение 2009-2010 гг. (Brent)



Р и с . 3 Биржевая цена на нефть, меняющаяся в течение десятилетия 1998 – 2010 гг.(Brent)

Из рисунков 1 – 3 очевидна качественная картина самоподобного поведения нефтяных цен. Так, Рис. 1 отражает динамику нефтяной цены за два месяца, Рис 2. – за два года, а Рис 3. – за двенадцать лет. Все приведенные графики характеризуются постоянным чередованием роста и падения цены на нефть. Характерной чертой такого поведения является приближенный характер их самоподобия. Закономерности такого поведения как раз и возможно описать методами фрактального анализа.

На наш взгляд представляет интерес поэтапное фрактальное моделирование временного ряда на основе его тренда. Мы дадим его точно таким же, как это сделал Бенуа Мандельброта в своей статье «Мультифрактальная прогулка вдоль Уолл-Стрит» [1: 128-175]. Результаты моделирования представлены на Рис.4.



Р и с 4. Поэтапное фрактальное моделирование временного ряда на основе его тренда

Если подробно рассмотреть практически любой график динамики экономического или социального процесса можно условно выделить две составляющие – определенный линейный тренд на участке и колебания параметра со сравнительно малым размахом относительно линии тренда.

Процесс начинается с величины, представленной прямой линией тренда (на Рис. 4 не показана). Затем используется ломаная линия, названная генератором, чтобы создать модель, которая соответствует колебаниям цены вверх и вниз. Генератор состоит из трех частей, которые интерполированы вдоль прямой линии тренда. (Генератор с меньшим количеством, чем три, не смоделировал бы цену, которая может двигаться вверх и вниз). После прорисовки начального генератора, его три части интерполированы тремя более короткими. Повторение этих шагов воспроизводит форму генератора, или ценовую кривую, но в сжатых масштабах. И горизонтальная ось (шкала времени) и вертикальная ось (величина) сжаты, чтобы приспособить к горизонтальным и вертикальным границам каждую часть генератора.

На иллюстрации показаны только первые стадии, хотя процесс продолжает повторяться. В теории он не имеет конца, но практически бессмысленно интерполировать до интервалов времени короче чем те, которые соответствуют интервалам между сделками, которые могут происходить по несколько в минуту. Понятно, что каждая часть по форме примерно подобна целому. То есть инвариантность масштаба присутствует просто потому, что так это было построено. Новость (и

неожиданная) – в том, что эти фрактальные кривые показывают богатство структуры – основа и фрактальной геометрии и теории хаоса.

Несколько отобранных генераторов выдают так называемые унифрактальные кривые, которые показывают относительно спокойную картину рынка, в соответствии с современной портфельной теорией. Но спокойствие преобладает только при необычно специфических условиях, которые удовлетворяются только этими специальными генераторами. Предположения на основе этой упрощенной модели – одна из центральных ошибок современной портфельной теории. Сильно похоже на теорию морских волн, которая запрещает их вершинам превышать шесть футов.

Красота фрактальной геометрии состоит в том, что она делает возможным моделировать как спокойные рынки, хорошо моделируемые методами портфельной теории, так и возбужденные состояния торговли недавних месяцев. Только описанный метод создания фрактальной ценовой модели может быть изменен, чтобы показать, как деятельность рынков ускоряется и замедляется – сущность волатильности. Эта изменчивость – причина тому, что приставка «мульти-» была добавлена к слову «фрактал».

Приведем простую аргументацию того, что из самоподобия кривых динамики цен следует их фрактальный характер. При уменьшении масштаба цен δ и сохранении осцилляционного характера графиков независимо от масштаба, следует зависимость длины кривой графика L от масштаба, т.е. $L = L(\delta)$. Представив характер этой зависимости в виде: $L = L_0 \cdot \delta^{(1-D)}$ на выделенном отрезке кривой, мы видим, что данный график представляет собой фрактальную кривую, или просто фрактал.

При описании ценовой динамики мирового нефтяного рынка будем использовать фрактальный подход к описанию социально-экономических систем, разработанные нами в [2: 21-26; 3: 127-132], и который мы предлагаем называть мультифрактальной динамикой.

Прогноз динамики нефтяных цен

Согласно нашей работе [1: 12-15] линейный тренд цены на нефть $\Delta(t)$, на промежутке времени, где фрактальная размерность (D) постоянна:

$$\Delta(t) = \eta(D_0 - D) \cdot (t - t_0), \quad (1)$$

где t_0 – начальный момент времени, а параметры модели D_0 и η выбираются из наилучшего согласия с опытными данными.

Прогноз динамики нефтяных цен проведем в рамках мультифрактальной динамики. С помощью анализа нефтяных цен на определенном промежутке времени выявляются закономерности поведения фрактальной размерности на характерных временных промежутках. Как показывает конкретный анализ, периоды роста и падения нефтяных цен чередуются и имеют довольно близкие значения. На этих промежутках кривая нефтяных цен имеет различные фрактальные размерности. Обозначая величину их периодов как T имеем формулу для оценки изменения цены на нефть за два соседних периода:

$$\Delta \bar{y} = (X_1 + X_2)T = \eta(D_1 + D_2)T \quad (2)$$

За $2n$ периодов роста и падения соответственно будет:

$$\Delta \bar{y}_n = n(D_1 + D_2)T \quad (3)$$

Конечно (2) имеет место при выполнении условий: $T_i \approx T_k$ и $D_i \approx D_{i+1}$, т.е. в целом характер тенденции не сильно меняется. Более подробно данный вопрос рассматривается в наших работах [2: 21-26; 3: 127-132]. В этих работах на конец 2010 года сделан с прогноз коридора цен на нефть – $89,6 \pm 5$ \$/баррель.

Величина прогнозного коридора Δ в 2010 году оказалась равной 5 \$/баррель, а в 2009 году – 2 \$/баррель. Это является показателем большей неустойчивости мирового нефтяного рынка в 2010 году по сравнению с 2009 годом. Иллюстрацию характера динамики нефтяной цены в 2010 году и приближение его к прогнозируемому коридору представим на Рис. 5.



Рис. 5. Динамика нефтяных цен в 2010 году и прогнозный коридор цен на конец года

Из представленного рисунка следует хорошее согласие прогнозных и реальных значений нефтяных цен на конец 2010 года.

Управление нефтяными ценами

Как нами было показано выше, динамика нефтяных цен относится к процессам II-го типа (осцилляционным). Фрактальная размерность участков D мультифрактальной кривой перескакивает через значение D_0 . В результате этого угловой коэффициент линейного тренда этих участков X меняет знак, в результате чего подъем сменяется спадом.

Основными управляющими параметрами линейного приближения мультифрактальной динамики являются параметры η и D . Поскольку фрактальная размерность D является мерной хаотичности процесса, то на этот управляющий параметр оказывают влияние следующие основные факторы:

1. Установление квот на добычу нефти;
2. Регулирование накладных расходов;

3. Факторы, стимулирующие потребление;
 4. Государственное регулирование цен на нефтепродукты;
- Согласно [2: 21-26; 3: 127-132], значения коэффициента η соответственно по годам оказались равными:

$$\eta = 23,17 \frac{\text{доллар}}{\text{баррель} \cdot \text{сутки}} \quad \text{в 2008 году.}$$

$$\eta = 8,175 \frac{\text{доллар}}{\text{баррель} \cdot \text{сутки}} \quad \text{в 2009 году.}$$

$$\eta = 5,36 \frac{\text{долл.}}{\text{баррель} \cdot \text{сутки}} \quad \text{в 2010 году.}$$

Коэффициент η нашей модели является характеристикой влияния финансовых факторов на нефтяную отрасль. Он оказался в 2008 году почти в три раза больше, чем в 2009 и в четыре раза больше, чем в 2010 году. Этот глобальный эффект можно объяснить только мощным приливом и отливом спекулятивного капитала на нефтяной рынок. В первой половине 2008 года была крайне прибыльна фьючерсная биржевая игра на повышение, что безусловно привлекло на нефтяной рынок большие финансовые объемы. Пик нефтяных цен пришелся на 11 июля 2008 года, превысив 147 долларов за баррель. Далее началась стадия непрерывного падения октября 2008 произошел практически равномерный спад цен на нефть, и в октябре она уже стоила ниже 67 долларов за баррель, а к концу года опустилась до 35 долларов за баррель. При “сдувании” “нефтяного пузыря” значительная часть спекулятивных капиталов была потеряна. Данный процесс, несомненно, явился составной частью начавшегося глобального экономического кризиса.

В 2009 году нефтяной рынок стал постепенно стабилизироваться, что наглядно демонстрируется резким уменьшением значением коэффициента η по сравнению с 2008 годом. В 2010 году стабилизация продолжилась, о чем говорит и дальнейшее, уже более плавное, снижение коэффициента η по сравнению с 2009 годом.

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что мониторинг коэффициента η может быть одним из важнейших индикаторов направленности глобальных экономических процессов, так как он характеризует состояние нефтяной отрасли в целом.

Список литературы

1. Кудинов А.Н., Сажина О.И., Цветков В.П., Цветков И.В. Фрактальная модель динамики цен на нефть в период 2008 – начало 2009 г. и прогноз цен на нефть на ее основе // Финансы и кредит, №28 (364) 2009. – С. 12-15.
2. Цветков И.В. Математическая модель кризисных экономических процессов, описываемых мультифрактальными временными кривыми Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика, 2010. – № 17. – С. 127-132.

3. Benoit B. Mandelbrot, *The Fractal geometry of nature*, Freeman, San Francisco, 1982.
4. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет, 2000.

THE APPLICATION OF FRACTAL METHODS TO THE MANAGEMENT OF THE OIL PRICES

I. V. Tsvetkov

Tver State University
Department of economics and production management

The article considers the principal points of oil price behavior and prediction. The author shows that within the framework of this approach the key control parameter is a fractal dimension of oil price behavior. The author analyses the main influences on the fractal dimension value. The “oil market bubbles” conditions are investigated.

Keywords: *forecast, fractal, dynamics, oil price, management.*

Об авторах:

ЦВЕТКОВ Илья Викторович – доктор физико-математических наук, доцент кафедры экономики и управления производством Тверского государственного университета, e-mail: mancu@mail.ru