

СЕКЦИЯ 7: УПРАВЛЕНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ, ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ И ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ

DOI:

МОЖНО ЛИ ПРОГНОЗИРОВАТЬ ЦЕНУ НА НЕФТЬ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ?

Акинфиев В.К.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65*

Аннотация: В статье дается анализ проблем моделирования глобального рынка нефти, а также обзор подходов и направлений исследований в этой области. Во многих случаях моделирование глобального нефтяного рынка оказываются полезными, и позволяет прогнозировать его параметры. Однако полностью справиться с проблемой прогнозирования глобального рынка нефти они не могут.

Ключевые слова: моделирование, глобальный рынок нефти, прогнозирование цены нефти.

Введение

Траектория цены на нефть – это своего рода кардиограмма, отражающая неровный ритм развития глобальной экономики. Поэтому исследованию различных аспектов проблемы моделирования и прогнозирования волатильности нефтяного рынка посвящено большое число публикаций.

Заметим, что в последние 30 лет нефтяной рынок являлся исключительно волатильным и характеризуется рядом ценовых шоков. Причем, каждый период, на котором наблюдались ценовые шоки, требует своей интерпретации. Волатильность рынка может быть объяснена наличием многих факторов, среди которых главными являются - шок спроса и предложение, а также шоки на финансовых рынках. Следует заметить, что сами эти факторы являются следствием большого количества причин, среди которых можно отметить следующие: изменение темпов роста мировой экономики, состояние финансовых и валютных рынков, активная политика в области поставок со стороны нефтяных компаний, появление конфликтов и военных действий, стихийные бедствия и многое другое.

В последующие годы большое число исследований по прогнозированию динамики глобального рынка нефти проводилось с использованием более сложных моделей, которые характеризуются большим разнообразием. Большое число публикаций посвящено различным аспектам этой фундаментальной проблемы, в том числе, анализу и моделированию стратегий поведения основных нефтедобывающих стран, включая ОПЕК в зависимости от изменения конъюнктуры рынка. Последние годы усилился интерес к исследованиям в области математического моделирования различных аспектов конкуренции на рынке нефти между производителями традиционной и сланцевой нефти.

В научной литературе нет единого мнения о том, как моделировать мировой рынок нефти [1. 2]. Разными авторами при построении моделей принимаются во внимание различные факторы, влияющие на динамику нефтяных цен. В число этих факторов включают динамику спроса на нефть и предложения со стороны нефтедобывающих компаний, динамику товарных запасов, изменения в глобальном деловом цикле мировой экономики и многое другое.

Нефтяная отрасль является одной из наиболее сложных и важных отраслей мировой экономики. Ценовые движения, как и для любого другого товара, могут быть объяснены взаимодействием между спросом и предложением. Однако у нефтяного рынка есть две особенности. Во-первых, на нем присутствует множество игроков, вовлеченных в процесс принятия решений. Во-вторых, помимо основных рыночных сил спроса и предложения, нефть также подчиняется политическим и геополитическим силам. К ним относится роль нефти в вопросах энергетической безопасности, важность цены на нефть для баланса национальных бюджетов или сокращение потребления нефти вследствие экологических требований.

Целью данной работы является анализ проблем моделирования глобального рынка нефти, а также обзор направлений исследований в этой области (подходов и математических моделей). Наиболее популярными направлениями, которые будут рассмотрены, является использование методов эконометрического анализа, включая модели рынка нефти на основе VAR моделей. Другое интересное направление связано с использованием различных игровых и поведенческих моделей. Модели анализа рыночного равновесия с учетом различной структуры рынка на основе МРЕС моделей. Существенный

практический интерес имеют также методы, которые сочетают игровые модели, методы многоагентного моделирование и моделирование на основе экспертной информации.

1 Проблемы моделирования рынка нефти

Рассмотрим основные факторы, влияющие на формирование нефтяных цен, и их взаимосвязь с точки зрения моделирования (рис 1). К ним относятся динамика спроса на нефть, динамика складских запасов, инвестиционные стратегии производителей, и динамика добычи и поставок нефти на рынок и механизмы ценообразования.

1. **Глобальный спрос на нефть** складывается из двух составляющих $D(t) = D_1(t) + D_2(t)$, где $D_1(t)$ - реальный спрос на нефть, который формируется в реальных секторах мировой экономики в разрезе стран и регионов потребления и $D_2(t)$ - предупредительный спрос на нефть, который формируется как ответ на внешние шоки на рынке нефти или на их ожидание в будущем. Предупредительный спрос может быть как положительным, так и отрицательным. Если рынок ожидает повышение цен, то предупредительный спрос положительный, что приводит к увеличению складских запасов трейдеров. И, наоборот, если рынок, по каким либо причинам, ожидает увеличение предложения нефти и снижения цен, то предупредительный спрос становится нулевым или отрицательным и складские запасы у трейдеров уменьшаются.

Заметим, что прогнозы реального спроса на нефть $D_1(t)$ периодически публикуют в своих аналитических отчетах основные мировые агентства и компании, специализирующихся на анализе мирового рынка нефти. Однако предупредительный спрос $D_2(t)$ практически не поддается прогнозированию, и его довольно сложно учитывать при моделировании.

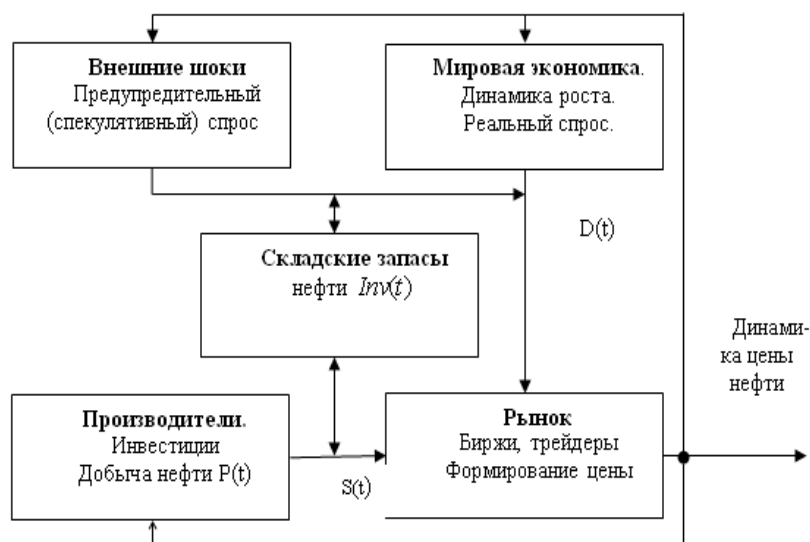


Рис. 1

2. **Добыча и поставка** сырой нефти на рынок $S(t)$. Несмотря на сложность динамики и прогнозирования, цена на нефть, по мнению многих аналитиков, в основном определяется классическим взаимодействием рыночных сил спроса и предложения. Поэтому при моделировании рынка нефти важно выявить структуру основных нефтедобывающих игроков, их мотивацию и способы взаимодействия для удовлетворения мирового спроса на нефть. Нефтедобывающие страны можно разделить на две основные группы: страны ОПЕК и страны не входящие в ОПЕК.

Добыча нефти в странах ОПЕК определяется картельными соглашениями и центральной координацией. Как отмечалось ранее, страны ОПЕК способны поддерживать цены на нефть на целевом уровне за счет наличия у них резервных мощностей и низкой себестоимости добычи. Бизнес-модель ОПЕК состоит в балансировки рынка и поддержании цен на нефти на комфортном для этих стран уровне. Желаемый уровень цены часто определяется не только экономическими соображениями, но и политическими целями. Это определяет сложность прогнозирования стратегии поведения ОПЕК по регулированию рынка нефти.

В отличие от этого, добыча и поставки нефти из стран, не входящие в ОПЕК, являются результатом независимых решений производителей, что лишает их возможности устанавливать цены на нефть индивидуально. Их стратегия, как правило, сводится к добыче и поставкам нефти, максимально используя свои производственные мощности. Это логично, если учесть, что их бизнес-модель нацелена на максимизацию прибыли, которая положительна до тех пор пока цена нефти торгуется выше их предельных затрат на добычу и поставку нефти на рынок.

4. Складские запасы нефти. Складские запасы нефти выступают в качестве ключевого фактора, уравнивающего не только текущий спрос и предложение, но также текущие и будущие цены на нефть. С одной стороны, запасы увеличиваются, когда фактическое предложение сырой нефти превышает спрос. И наоборот, запасы служат для устранения дефицита поставок сырой нефти, когда потребление превышает фактическую добычу.

$$Inv(t) = Inv(t-1) + D_2(t) + (S(t) - D_1(t))$$

5. Цена нефти. Цена нефти $P(t)$ формируется в процессе биржевой торговли под воздействием рыночных механизмов, которые учитывают как текущие, так и ожидаемое изменение параметров рынка. Основное влияние на цену нефти оказывают ожидаемый баланс между спросом и предложением, уровень складских запасов и многое другое. Важно иметь в виду, что наблюдаемая высокая волатильность цен на нефть объясняется низкой эластичностью спроса и предложения к ее краткосрочным изменениям.

Модель ценообразования на рынке может быть задана некоторой функциональной зависимостью $P(t)$ от динамики ключевых параметров рынка $P^t = \Phi(S^t, D^t)$. Здесь $D(t)$ - сценарий глобального спроса на нефть и S^t - суммарное предложение нефти на рынке. Вопрос о возможности задания аналитической зависимости $P^t = \Phi(S^t, D^t)$ и ее вида до сих пор является открытым. В разных моделях используются различные упрощенные варианты этой зависимости, которые мы прокомментируем в дальнейшем. Наиболее популярна модель, которая использует линейную обратную функцию спроса. В данной модели предполагается, что рыночная цена нефти $P(t)$ описывается следующими соотношениями $P(t) = a - b \cdot S(t)$, где a и b являются положительными константами. Предполагается,

что при этой цене $D(t) = S(t)$. Отсюда $D(t) = \frac{a - P(t)}{b}$. Более сложная модель ценообразования была

предложена в [3. 4], которая позволила учесть характерные свойства рынка нефти, как то низкая эластичность зависимости спроса на нефть от ее цены, а также нелинейный характер этой зависимости.

Следует отметить, что, задача моделирования нефтяного рынка, включая прогнозирование динамики нефтяных цен, с учетом всех факторов, влияющих на его параметры, является исключительно сложной. Поэтому очень часто основное внимание уделяется моделированию причинно-следственных связей между рыночным спросом на «физическую» нефть, предложением ее со стороны производителей и ценой, которая «балансирует» спрос и предложение. При этом из поля зрения, конечно, могут выпадать многие другие факторы, такие, например, как влияние на цену нефти параметров финансовых рынков, включая политику ФРС США в области процентных ставок и курса доллара, протекционистская политика ряда стран и многое другое, включая, «психологические» реакции участников рынка на изменение его волатильности. Каждый из этих факторов, как правило, требует отдельного исследования. Поэтому любое исследование этих вопросов с помощью математического моделирования страдает однобокостью.

2. Краткий обзор моделей прогнозирования нефтяных цен

2.1 Методы и модели эконометрического анализа.

Данная группа методов основана на анализе и выявлении закономерностей динамических рядов исторических данных с использованием методов регрессионного анализа. Наибольшее распространение при анализе глобального рынка нефти получили модели векторной авторегрессии (VAR модели).

В стандартном виде, VAR-модель представляет собой систему эконометрических уравнений, описывающих совместную динамику нескольких временных рядов. Текущие значения каждой эндогенной переменной, согласно предположениям, зависят от ее прошлых значений и от прошлых значений других переменных модели. Использование VAR-моделей для макроэкономического прогнозирования заключается в выявлении динамической корреляции между переменными и использовании выявленных закономерностей для предсказания наиболее вероятных будущих

значений этих переменных. Анализируются и оцениваются также временные сдвиги в реакции переменных на различные шоки и показатели степень влияния изменения переменных друг на друга (показатели взаимной эластичности) [1, 2].

Начальная проблема при использовании данного подхода состоит в выборе состава и количества взаимозависимых временных рядов, их достоверности, а также временного периода выборки, на котором эти данные могут обладать свойством стационарности.

В [5] была предложена структурная VAR-модель глобального рынка нефти, которая позволила выявить и провести анализ влияния основных шоков спроса и предложения и объяснить колебания реальной цены на нефть. Модель основана на месячных данных для вектора $z_t = (z_t^1, z_t^2, z_t^3)$ где z_t^1 - изменение мирового производства сырой нефти в процентах, z_t^2 - индекс реальной экономической активности, а z_t^3 - реальная цена нефти. Период выборки 1975–2007 гг.

$$A_0 z_t = \alpha + \sum_{i=1}^{24} A_i z_{t-i} + \varepsilon_t$$

где ε_t обозначает вектор последовательно и взаимно некоррелированных структурных изменений. Автор предполагает, что A_0^{-1} имеет рекурсивную структуру, так что ошибки приведенной формы e_t могут быть разложены следующим образом: $e_t = A_0^{-1} \varepsilon_t$:

$$e_t = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varepsilon_t^1 \\ \varepsilon_t^2 \\ \varepsilon_t^3 \end{pmatrix}$$

Вектор e_t включает три вида шоков: шоки поставок нефти, шоки мирового спроса на промышленные товары, а также шоки спекулятивного (предупредительного) спроса на нефть. Последний шок призван отразить изменения в цене нефти, связанным с обеспокоенностью рынка по поводу наличия будущих поставок нефти. В [5] приведены оценки динамического воздействия этих шоков на реальную цену на нефть и оценки того, насколько каждый из этих шоков способствовал изменению реальной цены на нефть в период 1975–2007 годов.

Например, увеличение предупредительного спроса на сырую нефть вызывает немедленное и значительное увеличение реальной цены нефти, увеличение совокупного спроса на промышленные товары вызывает замедленное, но устойчивое повышение реальной цены на нефть. Разложение колебаний реальных цен на нефть показывает, что исторически шоки цен на нефть были вызваны сочетанием шоков совокупного спроса и предупредительных спроса. Например, скачок цен на нефть после 2003 года был обусловлен, прежде всего, кумулятивным воздействием позитивных шоков мирового спроса. Анализ показывает, что экзогенные политические события также сильно влияют на цены на нефть, как это произошло после иранской революции или во время войны в Персидском заливе.

Модель векторной структурной авторегрессии [5] стала общепризнанным «стандартом» для эконометрического анализа рынка нефти. Со времени написания этой статьи был проведен ряд новых исследований и получены новые интересные результаты [1, 2, 6].

Следует отметить, что VAR модели рынка нефти позволяют изучить качественно и количественно взаимное влияние факторов, включенных в модель, на динамику нефтяных цен на основе анализа временных рядов исторических данных. Это позволяет объяснить ценовые шоки на рынке и связать их с шоками других параметров, включаемых в модель.

К недостаткам этого подхода можно отнести следующее: в опубликованных работах удается провести анализ не более трех факторов. Вызывает сомнение возможность достоверно и обоснованно прогнозировать ценовые параметры рынка на основе этих моделей. Кроме этого надо иметь в виду, что при построении VAR-моделей не используется информация о структуре рынка и не учитывается поведенческий аспект конкуренции агентов рынка, влияющих на его параметры и их динамику.

2.2 Игровые и поведенческие модели. Анализ структуры рынка. МРЕС модели

Мировой рынок нефти является плодотворной областью применения методов и моделей теории игр. Это объясняется присутствием на рынке нескольких игроков, принимающих решения, каждый из которых имеет различные интересы. Кроме этого, используемый метод построения математических моделей, которые позволяют упростить реальность, делает теорию игр хорошим инструментом для анализа и проверки различных гипотез относительно движущих сил рынка и механизмов формирования цен на нефть.

В настоящее время наиболее развит математический аппарат, связанный с моделями рынка олигополии Курно и Штакельберга. Наиболее адекватной моделью рынка нефти, по мнению экспертов, является обобщенная модель Штакельберга с несколькими доминирующими поставщиками (ОПЕК, Северная Америка, Россия) и игроками-последователями, к которым относятся остальные страны экспортеры нефти. Вопрос, насколько реальная структура рынка нефти на исследуемом промежутке времени соответствует предположениям, сделанным при построении этих модели, является открытым. Проверка адекватности и работоспособности модели требует проведения численных расчетов и их верификации.

В игровых моделях данного типа предполагается, что в процессе выбора равновесия каждый игрок стремится максимизировать свою функцию полезности, которая по умолчанию является показателем доходности (экономической прибыли) за некоторый период времени. Публикаций в этой области исследований достаточно много, мы остановимся на некоторых из них, опубликованных в последнее время.

В [7] предпринята попытка смоделировать и объяснить движение цен на нефть в период 2013 – 2015 г. г. используя модели рынка Курно и Штакельберга. Данный период, как известно, характеризуется острой конкуренции между ОПЕК и сланцевыми компаниями США. В качестве модели ценообразования $P^t = \Phi(S^t, D^t)$, как и в большинстве моделей этого типа, используется линейная обратная функция спроса. В данной упрощенной модели предполагается, что рыночная цена нефти $P(t)$ описывается следующими соотношениями $P(t) = a - b \cdot S(t)$, где a и b являются положительными константами.

Использованы различные игровые модели частичного равновесия статической конкуренции при ограничениях на производственные мощности добычи нефти. Поставщики выбирают количество добываемой нефти q_{it} , а цены $p_t(\cdot)$ определяются в условиях рыночного равновесия в соответствии с используемой моделью ценообразования. Формально,

$$\max_{q_{it}} \{ p_t(\cdot) \cdot q_{it} - C_{it}(q_{it}) \square q_{-it}^s \} \forall i \in I, \forall t \in T,$$

где $p_t(\cdot)$ - рыночная цена нефти, q_{it} - объем добычи и поставки нефти i -м игроком, и $C_{it}(q_{it})$ - производственные затраты i -го игрока, зависящие от q_{it} . Индексы i и t относятся к набору разных поставщиков и периодов времени соответственно.

На основе проведенных расчетов и сравнения полученных результатов с историческими данными за период 2013-2015 г. г. автор делает вывод, что ни одна из предложенных моделей не позволяет объяснить движение нефтяных цен. Структура нефтяного рынка и стратегии поведения игроков в исследуемом периоде не соответствовали предположениям и допущениям, сделанным в моделях. Это подтверждает тот факт, что максимизация прибыли, которая в некоторых случаях позволяла объяснять движение цен до 2013 года, не может объяснить резкое падение цены в 2014-2015 годах.

Последние исследования показали, что целевые функции игроков могут отличаться от максимизации прибыли. Например, они могут максимизировать свою долю рынка. Причем критерии игроков, определяющие их поведение, могут меняться в зависимости от ситуации на рынке. В этом контексте и столкнувшись с изменением структуры рынка нефти в этот период, в [8] предложена модель, в которой рассматриваются две возможные стратегии ОПЕК. Первая - это стратегия, направленная на максимизацию прибыли за счет сокращений добычи нефти и балансировки рынка на определенных ценовых уровнях в зависимости от конъюнктуры рынка. И вторая стратегия, состоящая в снижении цены на нефть с целью вытеснения с рынка производителей с высокими предельными издержками (сланцевые компании США) и защиты или увеличения своей доли рынка. Главный вопрос, на который пытаются ответить авторы, состоит в том, при каких условиях одна из этих двух стратегий выгоднее для ОПЕК. Предложена простая модель, которая заключается в следующем [8]:

Стратегия 1. Поскольку ОПЕК является единственным стратегическим игроком, она может выбирать цену или уровень добычи нефти для того чтобы максимизировать свою прибыль. Учитывая, что по условию А2 ОПЕК имеет достаточную мощность K_l и сталкивается с остаточным спросом и таким образом выбирает цену:

$$\max_P \Pi_i(P) \equiv \{D(P) - K_j - K_l\}(P - C_i) = \frac{1}{\beta} \{(\alpha - P) - \beta(K_j + K_l)\}(P - C_i)$$

Отсюда следует, что оптимальной ценой для ОПЕК является P^* и ее прибыль по данной стратегии:

$$P^* = \frac{C_i + \lambda [\alpha - \beta(K_j + K_l)]}{(1 + \lambda)}$$

$$\Pi_i^* = S_i^*(P^* - C_i) = \frac{\lambda \left(\frac{(\alpha - C_i) - \beta(K_j + K_l)}{(1 + \lambda)} \right)^2}{\beta}$$

Стратегия 2. В этом случае оптимальная цена определяется значением предельных издержек поставщика с наивысшими предельными издержками, которыми является сланец США. Итак, по определению $P^{**} = C_j$.

$$S_i^{**} \equiv \{D(P^{**}) - K_l\} = \frac{(\alpha - C_j)}{\beta} - K_l$$

$$\Pi_i^{**} = S_i^{**}(P^{**} - C_i) = \frac{1}{\beta} [(\alpha - C_j) - \beta K_l](C_j - C_i)$$

Сравнивая эти выражения можно получить условия на параметры модели, при которых ОПЕК выгоднее применять ту или другую стратегию. ОПЕК выберет стратегию, которая максимизирует свою прибыль. Если $\Delta \Pi_i > 0$ выберет стратегию 1 и, в противном случае, выберет стратегию 2. Где $\Delta \Pi_i = \Pi_i^{**} - \Pi_i^*$.

Отметим, что данный подход позволяет определить лишь условия для переключения стратегии ОПЕК с одной стратегии на другую. В данной модели учтено слишком мало факторов, влияющих на динамику рынка нефти. Кроме этого, рассматривается лишь два игрока - ОПЕК и сланцевые компании США.

Другая проблема данного подхода заключается в том, что необходимо учитывать при моделировании рынка несколько значимых игроков. Это делает моделирование глобального рынка нефти в рамках подходов связанных с моделями рынков Курно или Штакельберга очень сложным. Такой подход возможен в случае, если приняты значительные допущения. В этой связи интересны подходы к моделированию рынка нефти, основанные на применении методов многоагентного моделирования с использованием экспертной информации.

2.3 Моделирование на основе экспертной информации. Многоагентное моделирование.

Последние годы данное направление привлекло большое число исследователей. Далее рассматривается пример использования методов многоагентного имитационного моделирования для анализа стратегий игроков рынка и прогнозирования цен. Рассматривается период с 2016 года по настоящее время. Соглашение ОПЕК+ позволило вернуть этому объединению рыночную власть. В 2016 года страны ОПЕК+ согласованно приняли стратеги 1, которой реализуют в настоящее время. Ключевой вопрос, который при этом возникает, состоит в следующем: какие целевые уровни цен на нефть наиболее выгодны странам участникам ОПЕК+ и как при этом будет меняться их доля рынка в среднесрочной перспективе.

В [9] предложена имитационная динамическая игровая модель, структура которой представлена на рис. 2. Модель описывает взаимосвязи между спросом на нефть, стратегией поставок нефти на рынок со стороны игроков и динамикой изменения цены на нефть. Модель позволяет, задавая различные стратегии поведения игроков, моделировать движение нефтяных цен, которые в свою очередь влияют на выбор игроками своих решения по добыче нефти и поставкам ее на рынок. В модели представлены

три игрока: сланцевые компании США, страны ОПЕК+ (включая Россию), а также страны не входящие в ОПЕК+ (включая добычу традиционной нефти в США).

Методология исследования основана на сценарном моделировании и анализе стратегий ОПЕК+ по управлению балансом спроса и предложения на нефтяном рынке (снижение или увеличения добычи) для таргетирования нефтяных цен на заданных целевых уровнях. При моделировании каждого сценария оцениваются два критерия: валовый доход от продажи нефти за определенный период и динамика изменения доли рынка.

Пусть x_{OPEC+}^t - управление со стороны ОПЕК+ в виде сокращения или увеличения добычи нефти в периоде t . Величина x_{OPEC+}^t устанавливаются в зависимости от соотношения цены нефти на рынке в предшествующем периоде $t-1$ и границ заданного целевого диапазона. Механизм выбора x_{OPEC+}^t обозначим через ω , $x_{OPEC+}^t = \omega(P^t, P_n, P_e)$, где P_n и P_e - границы целевого диапазона. Например, данный механизм может состоять в следующем: $x_{OPEC+}^t = (D^{t-1} - S^{t-1}) \cdot k^t$, где k^t коэффициент, который зависит от степени отклонения P^{t-1} от целевого уровня ($0 \leq k^t \leq 1$).

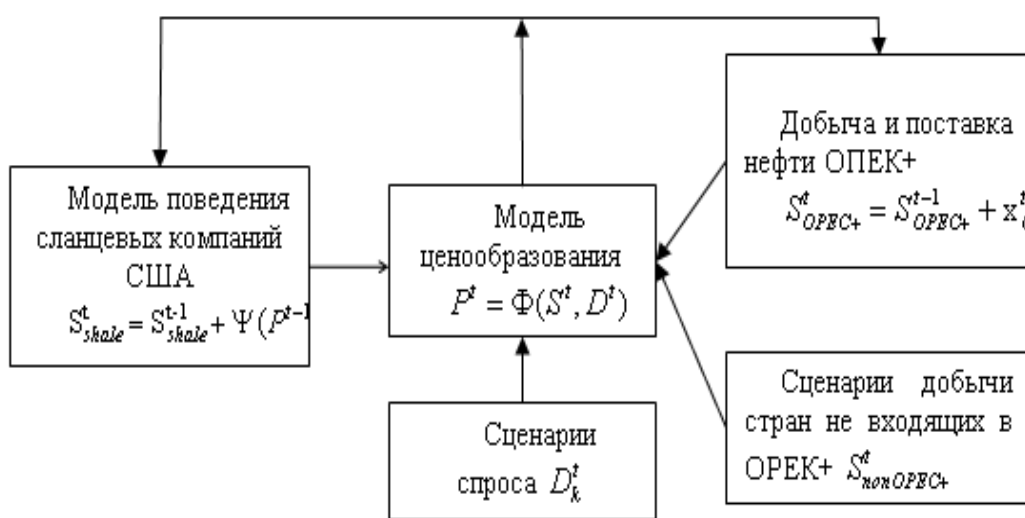


Рис 2 Комплексная модель

D_k^t - сценарии глобального спроса на нефть. Предполагается, что спрос D_k^t заранее неизвестен участникам рынка. Модель ценообразования на рынке $P^t = \Phi(S^t, D^t)$ задается рекуррентной формулой [4]:

$$(1) \quad P^t = P^*(t) \cdot (1 + \gamma(t)) \cdot \left(\frac{\sum_{k=1}^t D_k^t - \sum_{k=1}^t S^t}{\sum_{k=1}^t D_k^t} \right)$$

Здесь S^t - суммарное предложение нефти на рынке, $S^t = S_{shale}^t + S_{OPEC+}^t + S_{nonOPEC+}^t$. Коэффициент эластичности в модели $\gamma(t) = \gamma^+$, если $D_k^t - S^t \geq 0$ и $\gamma(t) = \gamma^-$ в противном случае. В модели используется информация о динамике спроса и предложения за два предшествующих периода. Параметр $P^*(t)$ вычисляется следующим образом: $P^*(t) = P^*(0)$, где $P^*(0)$ - цена нефти на начало прогноза. Если в некоторый период $t'' D(t) = S(t)$, то $P^*(t) = P^t$ для всех $t \geq t''$. Модель учитывает свойство «гистерезиса» при формировании цены, равновесное значение цены может установиться на уровне, отличном от первоначального значения.

Расчеты, проведенные с помощью модели, показывают, что к 2028 году добыча сланцевой нефти в США по сравнению с 2018 годом может увеличиться почти в два раза и достигнет 15,1 млн. баррелей в сутки. Сланцевая нефть США будет занимать 13,8% рынка, при этом доля рынка российской нефти

снизится до 10,5 %. В этой связи для России наиболее выгодным с точки зрения сохранения доли рынка является вариант таргетирования цены нефти на более низких уровнях, но при этом заметно сокращается валютная выручка от продажи нефти.

Заключение

В заключение можно отметить следующее. Из-за большой вычислительной сложности многих представленных моделей авторам приходится вводить в них существенные упрощения. Однако чрезмерные упрощения могут приводить к неадекватным результатам из-за сложности рынка нефти и постоянных изменений, которым он подвержен.

Подтверждением этому явились события февраля - марта 2020 года, когда на фоне вспышки коронавирусной инфекции в Китае и страхов перед распространением ее по миру, рынком были пересмотрены прогноза мирового потребления нефти в сторону уменьшения. Это привело к смене стратегии основных игроков рынка, развала соглашения ОПЕК+ и, как следствие, резкого падением нефтяных цен ниже 40 долл. за баррель.

Способ избежать этих ошибок - периодически адаптировать модели к новым условиям, налагаемым рынком. В любом случае, нужно понимать, что роль моделей заключается не в том, чтобы спрогнозировать точную цену на конкретный момент времени, а в том, чтобы предложить общее видение тренда и границ, которым цены будут следовать в будущем.

В целом следует отметить, что во многих случаях моделирование глобального нефтяного рынка оказываются полезными и позволяет понять природу рынка и прогнозировать его параметры. Однако полностью справиться с проблемой прогнозирования глобального рынка нефти они пока не могут.

Литература

1. *Kilian L. and Murphy D. P.* The Role of Inventories and Speculative Trading in the Global Market for Crude Oil, *Journal of Applied Econometrics*, v. 29, 2014, p. 454–478.
2. *Baumeister C., and Hamilton J.D.* “Structural Interpretation of Vector Autoregressions with Incomplete Identification: Revisiting the Role of Oil Supply and Oil Demand Shocks, *American Economic Review*, № 109, 2019, p. 1873-1910.
3. *Акинфиев В. К.* Модель конкуренции между нефтедобывающими компаниями с традиционным и нетрадиционным способом добычи / Управление большими системами. Выпуск 67. М.: ИПУ РАН, 2017. С.52-80.
4. *Akinfiyev V.* An Analysis and Forecasting Volatility of Crude Oil Market / *Proceedings of the 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD)*. Moscow: IEEE, 2018.
5. *Kilian L.* (2009), “Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market”, *American Economic Review*, 99, p. 1053-1069.
6. *John C.B. Cooper.* Price elasticity of demand for crude oil: estimates for 23 countries. *OPEC Energy Review*, Volume 27, Issue 1, March 2003, p. 1–8.
7. *Ansari D.* OPEC, Saudi Arabia, and the shale revolution: Insights from equilibrium modeling and oil politics. *Energy Policy*, Volume 111, December 2017, p. 166-178.
8. *Behar A., & Ritz R. A.* (2017). OPEC vs US shale: Analyzing the shift to a market-share strategy. *Energy Economics*, 63, p. 185-198.
9. *Akinfiyev V.* (2019). Modeling and Estimating the Impact of the OPEC Agreement on Oil Production in Russia. *Advances in Systems Science and Applications*, 19(3), p. 131-139.