



Российская Академия Наук



Системные исследования в энергетике: методология и результаты



Москва
Издательский дом МЭИ
2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
А.А. Макаров, Н.И. Воропай. Введение. Эволюция системных исследований в энергетике	57
1. СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ	13
1.1. А.А. Макаров. Достижения и проблемы системных исследований развития энергетики	13
1.2. Н.И. Воропай, В.А. Стенников, Н.Н. Новицкий, С.А. Паламарчук. Результаты системных исследований проблем функционирования энергетики России	28
1.3. Н.И. Воропай, А.М. Клер, Ю.Д. Кононов, Б.Г. Санеев, С.М. Сендеров, В.А. Стенников. Методические основы системных исследований при обосновании развития топливно-энергетического комплекса и систем энергетики в работах ИСЭМ СО РАН	48
1.4. С.П. Филиппов, М.Д. Дильман. Системные исследования приоритетов научно-технологического развития энергетики: методологические аспекты	63
1.5. Н.И. Воропай, В.А. Стенников, С.М. Сендеров. Интегрированные интеллектуальные системы в энергетике России	87
1.6. В.В. Бушуев. Интеллектуальное (когнитивное) прогнозирование и управление в энергетике	102
1.7. А.А. Макаров. Подходы к оценке устойчивости и рисков долгосрочного развития энергетики России	113
1.8. Ю.Д. Кононов, Д.Ю. Кононов. Способы анализа и сужения прогнозной области развития систем энергетики	127
1.9. С.М. Сендеров, В.И. Рабчук. Проблемы обеспечения энергетических потребностей России при реализации возможных стратегических угроз энергетической безопасности	135
2. СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ	151
2.1. А.А. Конопляник. О новой парадигме развития мировой энергетики, рисках и вызовах для России и мира	151
2.2. В.А. Малахов, Т.Г. Дубынина, К.В. Несытых. Мультиагентный подход к моделированию влияния мировых цен топлива на среднесрочное развитие экономики России	181
2.3. С.В. Подковальников, В.А. Савельев, О.В. Хамисов, Л.Ю. Чудинова. Методология, модели и исследования эффективности межгосударственной электроэнергетической интеграции	195
3. ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ	207
3.1. С.В. Подковальников, О.В. Хамисов, К.А. Семенов. Развитие электроэнергетики в рыночной среде: моделирование и исследование	207

3.2. Ф.В. Веселов, А.И. Соляник. Финансово-экономические модели как инструмент согласования приоритетов общественной и коммерческой эффективности в задачах управления развитием электроэнергетики.....	217
3.3. В.А. Стенников, А.В. Пеньковский. Математическое моделирование теплоснабжающих систем в условиях несовпадающих интересов	238
3.4. А.М. Клер, П.В. Жарков. Эффективные методы решения задач дискретно-непрерывной оптимизации теплоэнергетических установок	263
3.5. Е.В. Гальперова. Моделирование и долгосрочное прогнозирование спроса на энергоносители в региональных системах энерго- и топливоснабжения.....	288
3.6. А.С. Лукьянов. О методологии долгосрочных прогнозов добычи нефти в РФ по данным госбалансов запасов	296

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

2.1. О НОВОЙ ПАРАДИГМЕ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, РИСКАХ И ВЫЗОВАХ ДЛЯ РОССИИ И МИРА

*А.А. Конопляник, доктор экономических наук, профессор; РГУ нефти и газа
им. И.М.Губкина, ООО «Газпром экспорт», Москва*

Политэкономия мировой энергетики: понятия и определения

Сначала необходимо разобраться с понятиями и определениями, которые впоследствии будут использоваться в настоящей главе. В соответствии с классификацией Адама Смита основные производственные ресурсы (производственные факторы) — это труд, капитал и земля. Модифицировав эту классификацию, фактор «земля» (природные ресурсы) можно разделить на ресурсы неэнергетические и энергетические. Особое внимание к последним, к их самостоятельному анализу и изучению (и к их выделению для этих целей в самостоятельную группу производственных факторов) было обращено в начале 70-х годов XX в. в связи с нефтяными кризисами, вызванными ими «ценовыми шоками» и комплексными последствиями («эффектами домино») для мировой экономики.

На энергию как производственный ресурс (т.е. на ее долю в общественном продукте) влияют два фактора: научно-технический прогресс (НТП) и природный фактор. Последний до рубежа 60/70-х годов прошлого века в мировой нефтегазовой отрасли действовал в сторону снижения средних и предельных издержек производства, по крайней мере на стадии поисков, разведки и добычи, а после этого рубежа («перелом Шевалье») [6, 7] — в сторону их роста. Фактор НТП состоит из двух компонентов: эволюционного и революционного (рис. 2.1).

До начала 70-х годов XX в. энергия (благодаря дешевым и обильным ее поставкам, удовлетворяющим растущий спрос на жидкое топливо) была стимулятором экономического роста: стоимостная энергоемкость ВВП (доля энергетического фактора производства в общей совокупности факторов) была на низком уровне. Начиная



Рис. 2.1. Политэкономика мировой энергетики: факторы производства, межфакторная конкуренция и НТП в энергетике, а также текущая конкурентная позиция России:

ВВП — валовый национальный продукт

с 1973 г., после первого (четырёхкратного) взлёта* цены на нефть, в результате чего заметно выросли цены на энергию и доля энергетического компонента (фактора) в общественно-необходимых издержках, энергия (энергетический фактор или стоимостная энергоёмкость) стала ограничителем экономического роста. В ответ мировая экономика, в рамках теории «пика предложения», «породила» систему начальных решений, запустивших разветвленные цепочки (длинные циклы) «эффектов домино» с долгоиграющими инвестиционными последствиями, которые стали вести (и в итоге привели или в скором времени могут привести) к смене парадигмы энергетического развития.

Повсеместно растущая в результате увеличения цен на энергию стоимостная энергоёмкость ВВП положила предел традиционному энергетическому (энергорасточительному) развитию, ибо послужила фактором утраты конкурентоспособности на основе эволюционного («старого») НТП. Но она же, тем самым, стала драйвером для революционного («нового») НТП через приток капитала в инновационное развитие энергетических отраслей на стороне как спроса (переход от энергорасточительного к энергоэкономному развитию), так и

* Хотя повышение цены на нефть началось ранее (с 1969 г.), а первый нефтяной кризис, в аргументации Ж.М.Шевалье [6,7], состоялся в 1970 г.

предложения (развитие конкурентоспособных технологий для освоения нетрадиционных, т.е. ранее нерентабельных для освоения, энергоресурсов, будь то новые энергоресурсы в старых и/или новых районах добычи или старые энергоресурсы в новых районах добычи).

По мере обострения той или иной проблемы, касающейся того или иного природного ресурса (как правило, в связи в его грядущим или возникшим дефицитом), внимание к нему мировой (научной и/или гражданской) общественности может возрастать, и он, как в свое время энергия (энергетический фактор производства), может быть выделен в самостоятельный предмет изучения, анализа, общественного внимания. Например, таким отдельным природным ресурсом — зоной самостоятельного внимания — сегодня становится (стала?) пресная вода, поскольку нарастает (назревает) глобальный риск ее дефицита при сохранении существующего технологического уклада. В некоторых регионах земного шара дефицит пресной воды уже является состоявшимся фактом. И уже в течение некоторого времени поддерживается и усиливается особое внимание к чистоте воздушного бассейна (оцениваемое значениями выбросов CO_2 и/или других «парниковых газов») или шире к чистоте среды обитания человека (совокупности природных ресурсов вокруг человека с позиции как комфортности среды его обитания, так и поддержания устойчивого развития) (см. рис. 2.1).

Таким образом, спустя некоторое время в рамках накапливаемых эффектов от ответных мер мировой экономики на рост цены на нефть и запущенных им множественных «эффектов домино» в отношении энергетического фактора общественного производства к ним добавились коллективные решения, нацеленные на преодоление иных (неэнергетических) проблем, также имеющих кардинальные последствия для мировой экономики, усугубляющие (ускоряющие) переход мировой энергетики на новую парадигму развития. Важнейшим по своим последствиям для мировой энергетики таким коллективным решением является подписанное в конце 2015 г. Парижское соглашение по климату (COP-21), вводящее добровольно-принудительные ограничения по выбросам CO_2 в результате антропогенной деятельности человека*. Это соглашение может оказать первоочередное сдерживающее воздействие на дальнейшее развитие традиционной энергетики.

* В результате в системе факторов производства может появиться новый измеритель, по аналогии с энергоемкостью (только уже не «на входе», а «на выходе» производственной деятельности), — «углеродоемкость», т.е. объемы выбросов CO_2 на единицу ВВП или того или иного произведенного продукта. Этот показатель может стать таким же ключевым для мирового экономического развития частным измерителем эффективности производственной деятельности, как фактор энергоемкости в период после 70-х годов XX в.

Итак, в дополнение к экономическим стимулам, подталкивающим к уходу от традиционной энергетики, добавляется введение прямых административных ограничений для ее ускоренного перехода на безуглеродное развитие. Этот шаг является ключевым (завершающим) в осознании человечеством (по крайней мере наиболее экономически продвинутой в рамках индустриальной модели развития его частью) необходимости перехода на новую парадигму развития мировой энергетики. Смена парадигмы (в моей системе терминов) — это переход от ожидания «пика предложения» (и от функционирования/развития в рамках этого ожидания) к ожиданию «пика спроса» (и к функционированию/развитию в рамках этого нового ожидания).

Вопрос в том: какова оптимальная траектория такого перехода и какие риски и вызовы (перспективные возможности) она несет для разных стран, в том числе и для России? Как могут быть минимизированы эти риски до приемлемого уровня? И как могут быть капитализированы (монетизированы) такие перспективные возможности?

Где располагаются зоны конкурентных преимуществ разных стран? По цене труда (трудовых ресурсов) при относительно низком его качестве такое преимущество продолжают иметь развивающиеся страны. Этим в значительной степени были вызваны глобальные перетоки капитала после 70-х годов прошлого века в ответ на рост цены на нефть, когда энергоемкие производства активно переводились из промышленно развитых государств нефте-/энергоимпортеров в развивающиеся страны, чтобы хотя бы отчасти компенсировать резко выросшие энергетические издержки экономией живого труда. Промышленно развитые страны продолжают сохранять конкурентное преимущество на рынке высококачественного труда (синие и белые воротнички) при относительно высокой его цене, в том числе за счет политики «импорта мозгов» (хорошо организованной практики «утечки умов» из других стран, привлекательной в том числе за счет высокой цены высококачественного труда).

На рынке капитала (идет ли речь о финансовом рынке — капитале денежном, нематериализованном, или о рынке капитала инновационного — капитале технологическом, материализованном) преимущество до сих пор сохраняется за промышленно развитыми странами англосаксонского мира. Поэтому столь болезненны для нас (России) последствия ограничений по выходу на эти рынки, ибо сопоставимых альтернатив (по цене, объему, качеству финансовых заимствований и прочих услуг) иные финансовые рынки представить пока не могут.

На рынке же невозобновляемых энергоресурсов (НВЭР) или углеводородного сырья (УВС) доминируют сегодня три группы государств: страны ОПЕК [в первую очередь, Королевство Саудовская Аравия/(КСА)], США и Российская Федерация.

Страны ОПЕК исторически «сильны» были на рынке физической энергии (объемы производства/экспорта), а после роста цен в 70-е (XX в.) и последующие годы, через механизмы рециклирования нефтедолларов выросло их присутствие и на мировых финансовых рынках. Эти страны были и остаются «прайс-мейкерами» (price-makers) на мировом рынке нефти.

США к началу 70-х годов XX в. утратили свою доминирующую роль на мировом рынке физической энергии, выйдя в 1970 г. на пик добычи нефти (предсказанный М.К.Хаббертом еще в 1949—1956 гг. [1,2]) и превратившись вскоре в нетто-импортера жидкого топлива. Но в результате американской «сланцевой революции», сначала в сухом сланцевом газе, а затем с переходом через «жирный» газ и в сланцевой нефти, США стали в настоящее время крупным игроком на мировом рынке физической нефти — вторым наряду со странами ОПЕК (Саудовской Аравией) де факто замыкающим (балансирующим) поставщиком на этом рынке, который может быстро реагировать на изменения нефтяной конъюнктуры изменением уровня предложения. Образовалась своего рода «дуалистическая» система противодействующих игроков на рынке физической нефти: страны ОПЕК (и примыкающие к ним на временной и/или постоянной основе государства-производители «традиционной» нефти) и американские компании, добывающие сланцевую нефть.

Последние, правда, сами не являются price makers на мировом нефтяном рынке (в отличие от стран ОПЕК), но могут быстро «гасить» те или иные действия price makers, оперативно реагируя на ограничения или наращивание добычи странами ОПЕК (и примкнувшими к ним государствами-производителями — в целях повышения или понижения цен) действиями противоположной итоговой направленности: страны ОПЕК (несколько госкомпаний этих стран) координированно снижают добычу — цены растут; множество мелких, средних и крупных сланцевых производителей могут быстро нарастить добычу в ответ на этот рост цен; мировое предложение в итоге увеличивается и цены снижаются. Круг замыкается.

Однако США (точнее, крупнейшие американские финансовые институты) являются игроками, формирующими цены («прайс-мейкерами») на мировом рынке «бумажной» нефти, благодаря своей доминирующей роли на глобальном финансовом рынке, в первую очередь, на рынке деривативов (95% которого, по расчетам специалистов Центра энергетических исследований (ЦЭИ) ИМЭМО РАН, контролируется четырьмя группами крупнейших американских инвестиционных банков — JP Morgan Chase, Citibank, Bank of America, Goldman Sachs [17]). При этом «развитие рынка нефтяных деривативов в принципе выгодно странам-нефтеэкспортерам.

Финансовые инвесторы способные работать и при растущей, и при снижающейся цене нефти. В то же время анализ показывает, что они все-таки в большей степени заинтересованы в росте нефтяных цен, чем в их снижении. В этом интересы нефтеэкспортеров и финансовых инвесторов совпадают» [18].

Таким образом, на мировом нефтяном рынке, состоящем из двух сегментов, постепенно складывается униполярная его структура, когда по совокупному присутствию в обоих его сегментах начинает нарастать доминирование США, их производственных компаний и финансовых институтов [19].

При этом развитие нефтяного рынка США, в том числе формирование международной нефтяной торговли (де факто американскими нефтяными компаниями или при их доминировании), всегда шло параллельно развитию финансового рынка США (сначала на национальном, но практически сразу, в результате Первой мировой войны, на международном уровне при доминировании финансовых институтов США). Более того, расширение международной нефтяной торговли опиралось на развивающуюся с опережением американскую финансовую систему (ибо шло с запаздыванием по отношению к последней). Хроника событий такова:

- 21-26.11.1910 г. в местечке Джекил Айлэнд (США) состоялась встреча представителей шести крупнейших в то время финансовых институтов США, в результате которой 23.12.1913 г. была образована Федеральная резервная система (ФРС) США; эта встреча положила начало формированию мировой финансовой системы на основе глобального доминирования англосаксонских (преимущественно американских) финансовых институтов [23];

- 17.09.1928 г. в шотландском местечке Ачнакарри состоялась встреча семи крупнейших в то время нефтяных компаний (пяти американских, одной английской, одной англо-голландской), по итогам которой было подписано соглашение об образовании Международного нефтяного картеля (МНК); эта встреча положила начало формированию мировой системы нефтеснабжения на основе доминирования англосаксонских (преимущественно американских) вертикально интегрированных нефтяных компаний (ВИНК) [6, 7, 21, 22], тесно взаимосвязанных изначально с соответствующими финансовыми институтами, в первую очередь в США.

Россия не является самостоятельным «прайс-мейкером» на рынке физической нефти (только в компании с ОПЕК). Наша страна из-за своей континентальности (географического положения по отношению к экспортным рынкам) не настолько встроена в открытую систему мировой торговли нефтью, а более замкнута на жесткие технологические цепочки трубопроводных поставок в привязке к конкретным, преимущественно европейским, потребителям.

Таким образом, нынешняя [вне сферы военно-промышленного комплекса (ВПК) и ряда других отдельных узких технологических ниш из области обрабатывающей промышленности и/или сферы интеллектуальных услуг] зона конкурентных преимуществ РФ — это в основном зона не технологических преимуществ, а следствие огромных природных богатств страны. При этом, собственно, «природный фактор» — наличие обильных природных НВИЭ — характеризуется данной им природой как негативной (большая часть ресурсов/запасов отрасли расположена за Полярным кругом, в труднодоступных районах и неблагоприятных природных условиях, на значительном удалении от центров потребления), так и выигрышной экономической характеристикой — эффектом масштаба, т.е. наличием в нашей стране большого числа крупных и гигантских (по мировым меркам) месторождений. Высокие единичные запасы отдельных месторождений отчасти нивелируют негативную сторону присущего российской нефтяной отрасли «природного фактора». Это в итоге обеспечивает относительно низкие издержки добычи и транспортировки НВИЭ на основные целевые рынки.

Общей закономерностью развития больших систем энергетики, построенных на основе освоения НВИЭ, является ухудшение природных условий их деятельности с течением времени (после «перелома Шевалье»). Это ведет к естественной утрате тех конкурентных преимуществ, которыми Россия располагает лишь по факту наличия обильных ресурсов/запасов НВИЭ.

Каким образом можно реагировать на рост цен на энергию, в результате которого резко повысились цена (стоимостная энергоемкость) и доля в общественных издержках энергетического компонента? Реагировать можно по-разному, но это будут различные формы замещения на уровне производственных факторов: замещение одних производственных ресурсов, ставших менее конкурентоспособными, другими, конкурентоспособность которых, наоборот, повысилась и не обязательно в результате целенаправленных мер по ее увеличению.

Такое замещение (структурная реорганизация, структурные сдвиги в мировой экономике) в рамках конкуренции между производственными ресурсами происходило по пути движения от менее дорогих к более дорогим мерам, от более простых к более сложным преобразованиям.

Первый этап в череде последовательных мер реагирования на рост цен на энергию — этап **замещения нефти другими энергоресурсами** в рамках действующего технологического уклада при стремлении первоначально максимально сохранить его технологическую структуру. Все это происходило в первое время на основе «внутри-

топливной» конкуренции (замещение ставшей дорогой нефти стран ОПЕК нефтью из других источников вне стран ОПЕК, достигших приемлемой рентабельности вследствие роста нефтяных цен), а в дальнейшем на основе «межтопливной» конкуренции (замещение дорогой нефти другими, ставшими относительно более дешевыми, энергоресурсами в конечном использовании в результате технологической конкуренции в энергопотреблении).

Затем, как это ни кажется парадоксальным (ибо для многих такое замещение может показаться признаком регресса), осуществлялся этап **замещения энергии живым трудом**. Это выразилось в перемещении энергоемких производств из стран с дорогими энергией и рабочей силой в страны, где пусть и не была дешевой энергия, но была дешевая рабочая сила. Таким образом, происходил целенаправленный вывод таких производств в развивающиеся страны. Параллельно промышленно развитые страны решали еще одну задачу: энергоемкие производства — это (тем более в то время), как правило, экологически грязные производства. А именно в 70-е годы XX в. в промышленно развитых странах развернулась борьба за сохранение чистоты окружающей среды. Поэтому при выводе грязных энергоемких производств в развивающиеся страны транснациональные компании не только решали задачу компенсации роста своих энергетических издержек за счет экономии на живом труде, но и снижали затраты на соблюдение экологических требований (на установку очистительного оборудования, необходимого в материнских странах), поскольку в странах нового размещения этих производств (развивающихся государствах) требования к охране окружающей среды еще не стали актуальными и можно было не тратить на соответствующее очистительное оборудование. При этом при переносе энергоемких производств из промышленно развитых государств (в результате замещения энергии живым трудом, уходя от высокой стоимостной энергоемкости) в развивающиеся страны происходит фактически экспорт в эти страны индустриальной модели развития промышленно развитых государств, независимо от того, является ли эта модель оптимальной для развивающихся стран на нынешнем этапе развития. Именно эти производства, перенесенные в свое время в богатые дешевой рабочей силой Индию, Китай и другие развивающиеся страны, обеспечили впоследствии экономический подъем этих государств по индустриальной модели со всеми ее плюсами и минусами, вынуждая их проходить в своем развитии по той же траектории, по какой в свое время двигались промышленно развитые государства, и решать аналогичные проблемы.

Следующий этап — **замена энергии прошлым трудом** (капиталом). Имеется ввиду повышение эффективности использования энер-

гии на всех этапах «энергетических цепочек» — от добычи до конечного использования в результате, в первую очередь, применения достижений революционного НТП.

Прошлая и современная парадигмы развития мировой энергетики (кривые Хабберта, правило/рента Хотеллинга, «перелом Шевалье»)

Развитие энергетики на основе НВЭР допускает в общественном сознании, что в будущем возможны ограничения со стороны их предложения. Это главное допущение, лежащее в основе современной парадигмы развития энергетики, следующее из анализа работ трех «классиков», являющихся, по мнению автора, основоположниками экономических основ современного этапа развития энергетики при использовании ископаемого топлива: М.К.Хабберта, Г.Хотеллинга и Ж.М.Шевалье. Они сформулировали три основных принципа (постулата), характеризующих парадигму развития энергетики, базирующуюся на освоении НВЭР, которые являются своего рода «тремя китами», определяющими ее развитие.

Во-первых, это кривая Хабберта [1,2], лежащая в основе теории «пика нефти» (рис. 2.2). Из анализа кривой следует, что раз ресурсы нефти и газа исчерпаемы (конечны), то в какой-то момент времени производители углеводородов дойдут до пика добычи, а затем она станет снижаться. Это связано с характером кривой профиля добычи с течением времени для любого отдельно взятого месторождения УВС: рост; удержание максимальных объемов (на «полке»); снижение. Поэтому с течением времени все больший объем вновь вводимых мощностей по добыче в рамках отдельно взятой нефтегазоносной провинции, страны, группы стран будет обеспечивать не дальнейший рост, а компенсацию падения добычи на действующих промыслах.

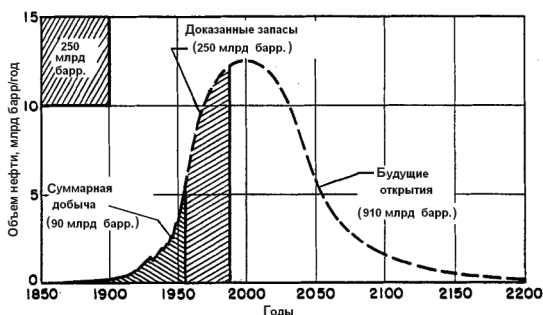


Рис. 2.2. Мэрион Кинг Хабберт (1903—1989 гг.) и кривая Хабберта применительно к мировой нефтедобыче [2]

Допускаются разные интерпретации кривой в рамках двух разных «школ мысли», опирающихся на использование кривых Хабберта для целей статического («геологи») или динамического («экономисты») моделирования.

Так называемые «геологи» (условный собирательный образ в терминологии автора) считают, что располагаемая сегодня ресурсная база определяет физические пределы роста энергопроизводства, пик которого поэтому скоро наступит (статическое моделирование). В понятиях этой школы (группы) обеспеченность энергоресурсами есть функция ресурсной базы, истощающейся по мере добычи; причем расчет зачастую ведется либо по технически извлекаемым, либо по доказанным извлекаемым запасам. И то, и другое является некорректным, поскольку отражает только сегодняшний уровень развития технологий (первое) и/или сегодняшнюю же экономическую конъюнктуру (второе), фактически отрицая тем самым перманентное действие фактора НТП.

Так называемые «экономисты» полагают, что если этот пик и наступит, то не сейчас (по мнению автора, по крайней мере не в ходе двух ближайших — текущего и следующего — инвестиционных циклов [11]), ибо пик кривой Хабберта постоянно сдвигается вправо-вверх в результате НТП (динамическое моделирование). Поэтому для представителей этой школы (группы) обеспеченность энергоресурсами есть функция НТП (результат применения новых технологий и их финансирования, т.е. функция инвестиционного климата), а рентабельная для освоения ресурсная база расширяется по мере добычи (рис. 2.3).

В результате НТП (эволюционных или революционных его ветвей) и/или изменения ценовой конъюнктуры энергоресурсы, являвшиеся ранее нерентабельными для освоения*, и поэтому находившиеся вне пределов кривой Хабберта, перемещаются в область под этой кривой, площадь этой области увеличивается, пик кривой уходит вправо-вверх. Итак, в рамках экономической интерпретации кривой Хабберта происходит движение вправо-вверх пика этой кривой, поскольку бывшие ранее «нетрадиционными» (нерентабельными для освоения и использования) энергоресурсы становятся рентабель-

* Остававшиеся «нетрадиционными» в терминологии автора, поскольку он проводит разделение между традиционными и нетрадиционными энергоресурсами не по *стартовым* физико-химическим, геологическим или природно-климатическим их различиям, а по *итоговому* ключевому экономическому различию — по уровню рентабельности освоения тех или иных энергоресурсов, приемлемой или неприемлемой в данных экономико-политических условиях, т.е. с учетом всей совокупности сопутствующих рисков добычи и реализации; а она является, в конечном итоге, результатом применяемых технологий (фактор НТП) и уровня цен (экономической конъюнктуры).



Рис. 2.3. Эволюция рынков нефти и газа: от менее конкурентной среды к более конкурентной (экономическая интерпретация кривых Хабберта)

ными и тем самым перемещаются в область под этой кривую, расширяя площадь данной области и сдвигая пик кривой в указанном направлении (см. рис. 2.3). При этом даже в теории достижение пика кривой Хабберта не может произойти ранее завершения двух глобальных инвестиционных циклов: текущего и следующего за ним.

Текущий инвестиционный цикл — это период коммерциализации (применения и окупаемости) действующих технологий в энергетическом комплексе в рамках текущего технологического уклада. Огромные средства вложены бизнесом и государствами не только и не столько в энергопроизводство, преобразование и потребление, сколько в получение средств производства для этих целей (т.е. в сопряженные с энергетикой отрасли). Омертвлять эти средства (и тем более списывать их) никакие экономические субъекты в рамках рационального поведения не будут и не допустят этого. Поэтому эти средства должны быть и будут монетизированы (обеспечена их окупаемость), прежде чем может начаться переход на новые технологии, на новый технологический уклад. Но и в следующий инвестиционный цикл (в технологии следующего этапа развития) уже вложены существенные средства также государством и бизнесом. А именно,

в НИОКР, как в фундаментальные (которые «заглядывают» в послезавтра и за более длительный временной горизонт, и вопрос об их контурах, а тем более об их коммерциализации, пока еще поэтому не стоит), так и (особенно) в прикладные, которые уже сегодня нам дают практические знания о тех технологиях завтрашнего дня, которые будут коммерциализироваться и применяться на практике в рамках следующего инвестиционного цикла.

Таким образом, уже сегодня по результатам этих прикладных НИОКР мы видим, какие энерготехнологии и их воспроизводственные процессы (производства для их производства) будут коммерциализироваться в рамках следующего инвестиционного цикла (уже начавшегося, ибо любой инвестиционный цикл начинается со стадии НИОКР), что задает инвестиционную (самую жесткую) инерцию развития на период второго инвестиционного цикла по всем звеньям энергетической цепочки от добычи до конечного использования. Таким образом, примерно на ближайшие 50 лет (при сохранении вышеописанной тенденции) выход на пик кривой Хабберта человечеству не грозит.

Во-вторых, следует отметить правило Хотеллинга [3], в соответствии с которым будущая ценность (стоимость) НВЭР в недрах увеличивается (на значение банковского процента) с течением времени. Отсюда вытекает наличие двух видов ресурсной ренты при реализации невозобновляемого энергоресурса на рынке: ренты Рикардо и ренты Хотеллинга [4] (рис. 2.4; за основу графика взят рисунок из [5]).

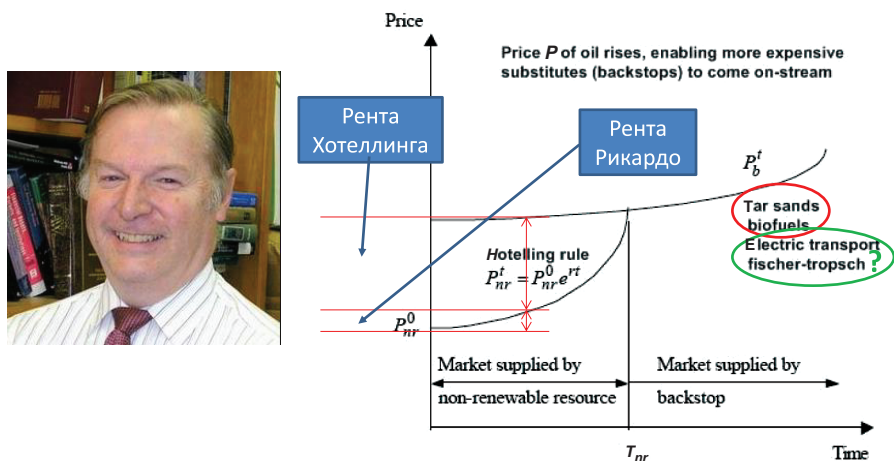


Рис. 2.4. Гарольд Хотеллинг (1895—1973 гг.) и правило Хотеллинга: экономическое правило касательно горной ренты

Отсюда следует также, что извлечение (монетизация) ренты Хотеллинга не есть результат «рыночного доминирования» на рынке энергоресурсов страны-импортера той или иной компанией-экспортером из-за ее, якобы, антиконкурентного поведения [что инкриминируется, например, Еврокомиссией ПАО «Газпрому» на рынке газа (Евросоюз)], а есть результат отсутствия конкурентоспособной замещающей технологии (backstop technology) или замещающего энергоресурса, или альтернативных поставщиков данного энергоресурса в зависимой от его импорта стране (см. рис. 2.4). И то, и другое, и третье решается за счёт инвестиций в их создание и не зависит от поведения страны-экспортера или компании-экспортера, а полностью зависит от инвестиционного климата и мотивационного (по отношению к инвесторам) поведения принимающей страны-импортера.

Если же страна-импортер не предпринимает таких действий, то компания-экспортер страны-собственника энергоресурсов, особенно если это государственная компания страны-экспортера, выступающая экономическим агентом своего суверена и действующая в связке суверен—агент (например, Российская Федерация — ПАО «Газпром», которое по закону РФ «Об экспорте газа» является монопольным экспортером российского трубопроводного газа), имеет полное право извлекать на экспортных рынках третьих стран не только ренту Рикардо (продавая газ по цене «cost+»), но и ренту Хотеллинга (продавая газ по цене, привязанной к стоимости его замещения на рынке данной страны). Такой экономический подход суверенного государства по извлечению максимальной монетизируемой (т.е. продаваемой на условиях конкуренции газа с его заменителями) ресурсной ренты при экспорте (ренты Рикардо плюс ренты Хотеллинга) защищен такими международно-правовыми актами, как Резолюция 1803 Генеральной Ассамблеи ООН от 16.12.1962 г. «Неотъемлемый суверенитет над естественными ресурсами» и статья 18 «Суверенитет над энергетическими ресурсами» Договора к Энергетической хартии 1994 г. (вступил в действие 16.04.1998 г.).

В своем сочетании обе концепции (Хабберта и Хотеллинга) действуют в сторону повышения будущей стоимости (ценности) НВЭР в недрах с течением времени. Однако в них не принимались во внимание возможные ограничения со стороны спроса.

В-третьих, Ж.-М. Шевалье был первым (по известной автору литературе), кто обосновал, по крайней мере на уровне теории, *перелом* в динамике предельных и средних издержек по разведке и добыче нефти в мире с понижающихся на повышающиеся на рубеже 60/70-х годов XX в. [6, 7] (рис. 2.5).

Впоследствии автору удалось подтвердить предположение Ж.-М. Шевалье расчетным путем (рис. 2.6) [9], что дало основание ввести в



«... В основу своего анализа мы положили центральную гипотезу о том, что в 1970-1971 гг. фаза снижения предельных издержек производства в нефтяной промышленности сменилась фазой их возрастания, по крайней мере на уровне разведки новых месторождений и добычи нефти. ...еще преждевременно проверять эту гипотезу в количественном отношении. В данном исследовании мы стремились дать ей лишь общую оценку.» (1973 г.)

Рис. 2.5. Жан — Мари Шевалье и «перелом Шевалье» [6]

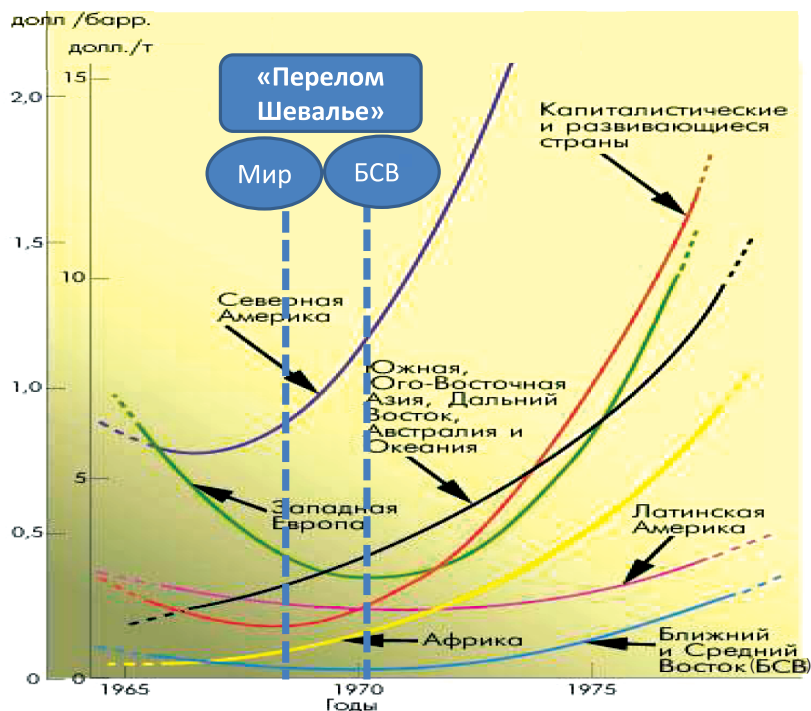


Рис. 2.6. Выровненная динамика издержек добычи углеводородов в мировой нефтегазовой промышленности в период смены тенденций во второй половине XX в. (количественная оценка / проверка центральной гипотезы Ж.-М. Шевалье) [9]

оборот применительно к закономерностям эволюции международных энергетических рынков термин «перелом Шевалье».

В 1972 г. был опубликован ставший широко известным первый доклад Римского клуба «Пределы роста» [8], фактически базирующийся на тезисах Хабберта—Хотеллинга. Строго говоря, популяризация теории Хабберта началась именно с этого доклада Римского клуба. В ответ на этот доклад тогдашний Министр нефти и минеральных ресурсов Саудовской Аравии шейх Ахмед Заки Ямани произнес ставшую знаменитой фразу: «каменный век закончился не потому, что закончились камни, и нефтяной век закончится много раньше, чем в мире кончится нефть...», фактически обосновав тем самым неизбежность перехода от ожидания «пика предложения» к ожиданию «пика спроса». Вопрос: не этот ли фазовый переход мы сейчас наблюдаем?

Мировая энергетика – смена парадигмы?

Почему происходит смена парадигмы, выражающаяся в переходе в общественном сознании от ожидания «пика предложения» к ожиданию «пика спроса»? Поменялось соотношение ожидаемой динамики спроса и предложения и факторов, действующих на стороне каждого из этих процессов. К этим факторам можно отнести накопленные эффекты реакции мировой экономики на рост цены на нефть с 70-х годов XX в., сланцевую революцию США и ее «эффекты домино», ожидаемые последствия Парижского соглашения по климату (COP-21).

На стороне предложения безотказно действовавшее в период после «перелома Шевалье» сочетание кривой Хабберта — правила Хотеллинга делало целью предпринимательской деятельности извлечение ресурсной ренты за счет использования, в первую очередь, эффекта масштаба (для нивелирования или преодоления негативного действия природного фактора в этот период), на что и был направлен в значительной степени НТП в этой сфере. При этом спрос развивался, как правило, по индустриальной модели и при доминирующем централизованном энергоснабжении (для реализации все того же эффекта масштаба). Плюс фактор роста населения и расширение его доступа к коммерческому энергоснабжению с течением времени обеспечивали экстенсивные факторы роста спроса. Это способствовало ожиданию опережающего роста спроса по отношению к росту предложения и соответствующему соотношению пиков двух кривых, которое показано на рис. 2.7, а.

В настоящее время (рис. 2.7, б) изменился характер НТП по тому типу ренты, на извлечение которой он преимущественно нацелен. Теперь это не только и не столько природная ресурсная рента (извлекаемая преимущественно за счет эффекта масштаба), сколько в первую

Предложение	Спрос	Предложение	Спрос
• пик Хабберта; • правило (рента) Хотеллинга; • «перелом Шевалье»; • НТП (ресурсная рента, эффект масштаба)	• экономический рост (индустриализация – централизация); • рост населения	• НТП (сланцевая революция США: технологич. рента); • антитеорема Хотеллинга?	• 4 этапа «ухода от нефти» (ПРКС); • энергоэффективность; • СОП-21; • новый тип экономического роста в бедных развивающихся странах (неиндустриализация – децентрализация) и постиндустриализация в ПРКС

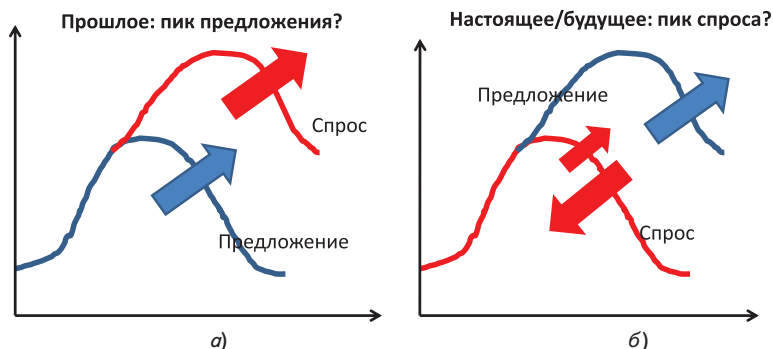


Рис. 2.7. Мировая энергетика — смена парадигмы?

ПРКС — промышленно развитые капиталистические страны

очередь технологическая рента. Пример тому — американская сланцевая революция, которая является основным революционным преобразователем на стороне предложения (и не только углеводородов).

Сланцевая революция США и ее эффекты домино

Американская сланцевая революция долго готовилась и «выстрелила» через 30 с небольшим лет после начала подготовки в 1974 г. Администрацией тогдашнего Президента США Р.Никсона программы «Энергетическая независимость» в ответ на введение нефтяного эмбарго и повышение нефтяных цен странами ОПЕК. В 1977 г. (уже Администрацией Дж.Картера) эта программа была принята. Кроме всего прочего, она предусматривала широкомасштабное государственное финансирование фундаментальных НИОКР по разным (19-ти) направлениям, по которым в принципе когда-то мог бы быть получен эффект уменьшения зависимости от энергетического импорта. Одним из таких оказавшихся успешным направлений стало создание коммерческих технологий освоения сланцевых углеводородов (сначала сухого газа, а затем и нефти) на основе комбинации (успешного объединения в единый технологический комплекс) трех отдельных достижений революционного НТП: трехмерной сейс-

мики, горизонтального и направленного бурения и множественного гидроразрыва пласта (ГРП).

Американская сланцевая революция состоялась («выстрелила») во второй половине 2000-х годов в результате комплекса благоприятных причин (не последними среди которых были резкий рост цены на нефть в первом десятилетии нынешнего века [24], либеральный, обеспечивающий быструю реакцию на новые вызовы, характер американской экономики и др. [15,16]), в том числе благодаря, как обычно, «роли личности в истории» — общепризнанного ее пионера Дж.Митчелла. Таким образом, полный инновационно-инвестиционный цикл освоения сланцевых углеводородов — от начала госфинансирования фундаментальных исследований до получения широкомасштабного эффекта, критическая масса которого оказалась достаточной для запуска, в свою очередь, системных «эффектов домино», — продолжался 30 лет (рис. 2.8).

Американская сланцевая революция возникновением «эффектов домино» [15,16] если не перевернула, то очень сильно «встряхнула» энергетический мир и вызвала в нем многочисленные разнонаправленные и, что особенно важно, необратимые изменения.

Чем принципиально отличается от добычи традиционного УВС производство сланцевых углеводородов? В первом случае операторы проектов принимают индивидуальные решения по его разработке и финансированию, при этом проектное (долговое) финансирование для таких проектов — это искусство. В случае сланцевого УВС —

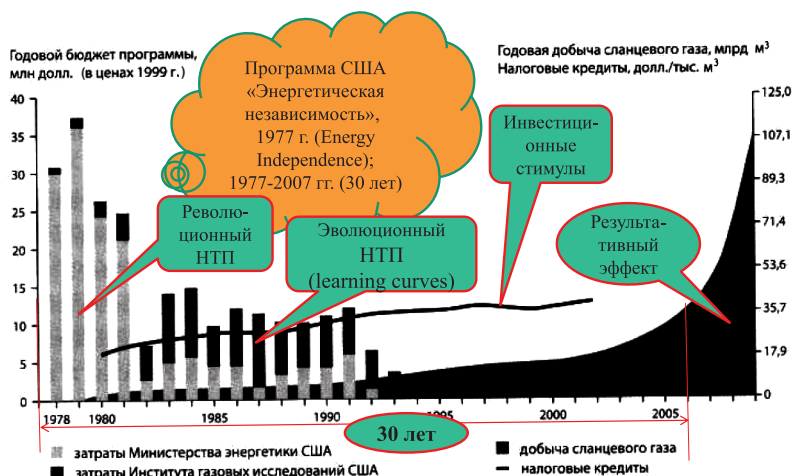


Рис. 2.8. Стимулирование развития сланцевых технологий в США [14]

это конвейер по бурению, и технологический, и финансовый, здесь проектное финансирование поставлено на поток и становится ремеслом. В итоге два разных типа УВС предопределяют нацеленность на извлечение двух различных типов ренты.

В результате резко расширяется зона потенциального предложения за счет дополнительного (и опережающего?) расширения области под кривой Хабберга при ускоренном перемещении под эту кривую огромного «кластера» (любимый термин премьера Д.А. Медведева) таких ранее известных*, но остававшихся «нетрадиционными» (т.е. нерентабельными для широкомасштабного освоения) энергоресурсов, какими являются сланцевые углеводороды.

Накопленные эффекты реакции на рост цен с 70-х годов XX в.

В зоне спроса происходит наложение нескольких эффектов. Во-первых, срабатывает накопленный эффект четырех последовательных, но с «эффектом матрешки» (когда каждый последующий накладывался и дополнял действие предыдущих), этапов постепенного пошагового «ухода от нефти» мировой экономики после нефтяных кризисов и роста цен 70-х годов XX в. (рис. 2.9) [24]. В первую очередь это происходило и вело к замедлению роста энергопотребления в промышленно развитых странах с созданием в них первоочередных предпосылок к выходу на «пик спроса»:

1) «уход» от нефти ОПЕК — в добыче/«апстриме» (конкуренция *«нефть (ОПЕК) против нефти (не ОПЕК)»*): освоение ранее недоступных или труднодоступных месторождений нефти за пределами стран ОПЕК, что стало возможным в результате перехода этих месторождений в зону рентабельности при имеющихся технологиях вследствие роста цен либо вследствие применения (коммерциализации) вызванных этим ростом достижений революционного НТП; произошла интенсивная диверсификация международной торговли нефтью и ее инфраструктуры, начался рост и увеличилась номенклатура источников предложения, усилилась конкуренция «нефть против нефти», но поначалу вместо снижения цены выровнялись по замыкающим (наиболее дорогим источникам), и лишь с начала 80-х годов XX в. нарастающий избыток предложения стал давить на цены вниз, пока не обрушил их в 1985 г. (рис. 2.9);

2) «уход» от жидкого топлива — в потреблении/«даунстриме» (конкуренция *«нефть против других ЭР»*): замещение жидкого топлива альтернативными энергоресурсами (газом, углем и др.) в резуль-

* Так, старейший российский отраслевой журнал «Нефтяное хозяйство» в начале 20-х годов XX в. назывался «Нефтяное и сланцевое хозяйство».

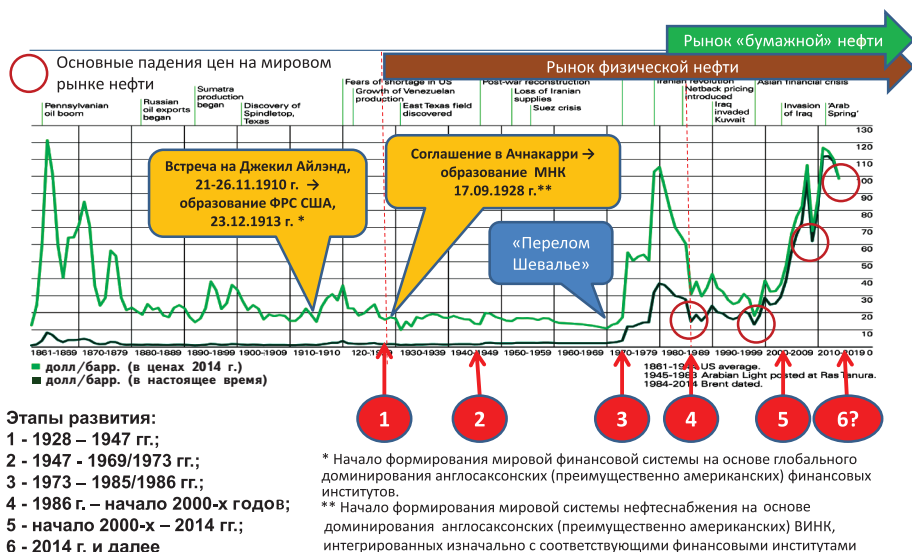


Рис. 2.9. Динамика цены на нефть, долл/барр., и событийная канва 1861—2014 гг., (по данным компании BP), а также основные этапы развития организованной международной торговли нефтью / мирового рынка нефти (по А. Коноплянику)

тате применения достижений революционного НТП; это привело к замедлению (а в начале 80-х годов прошлого века к краткосрочному прекращению) роста спроса на жидкое топливо;

3) «уход» от энергии» (замещение энергоресурсов другими факторами производства), т.е. конкуренция *«нефть/другие энергоресурсы против других производственных ресурсов»*; произошло замещение энергии:

а) трудом — вывод производственных мощностей в развивающиеся страны и компенсация тем самым дорогой энергии дешевой рабочей силой; в результате произошло структурное повышение энергоэффективности в странах-энергоимпортерах;

б) капиталом — технологическое повышение энергоэффективности в результате применения достижений революционного НТП (наряду с мерами по экономии энергии, что может быть результатом и административных мероприятий). Повышение технологической эффективности использования энергии во всех звеньях национальных и трансграничных «энергетических цепочек» происходило, в первую очередь, в промышленно развитых странах-энергоимпортерах, эти достижения затем (т.е. с определенным запаздыванием) через систему мирохозяйственных связей распространялись во всей мировой экономике и вели к ее повсеместному

переходу от энергорасточительного (до начала 70-х годов XX в.) ко все более и более энергоэкономному типу общественного производства.

Во-вторых, происходят изменения в общественном сознании, в результате чего коллективно вводятся добровольные (рукотворные) ограничения, сдерживающие и замедляющие рост спроса, исходя, в первую очередь, из доминирующего представления об актуальности климатической повестки для устойчивого экономического развития и основных факторах ухудшения природной среды (не будем приводить критический анализ этих факторов). Наиболее яркий пример — Парижское соглашение по климату (COP-21).

В-третьих, в наиболее экономически развитых странах, с одной стороны, и в наиболее бедных, с другой, формируется, по-видимому, новый тип постиндустриального экономического развития. При этом проблемы обеспечения дальнейшего энергоснабжения в одних и борьбы с «энергетическим голодом»/«энергетической бедностью» в других (по разным исходным причинам, но, тем не менее, при совпадающих подходах) будут решаться не в рамках той индустриальной траектории развития, по которой прошли в свое время промышленно развитые страны и которой соответствует преимущественно централизованное энергоснабжение, а в рамках наращивания преимущественно постиндустриального, т.е. децентрализованного, и, возможно, даже индивидуализированного энергоснабжения при том широком спектре возможностей, которые предоставляет современный этап НТП.

Вряд ли мировая энергетика когда-либо будет полностью «цифровой, электрической, возобновляемой» (digital, electrical, renewable), какое видение широко насаждается сегодня, например в определенных кругах стран ЕС. Но то, что присутствие этих трех компонентов становится более значимым и в результате радикально меняет характер роста спроса на энергию и его дальнейшую траекторию, замедляя последующий его рост, — это неоспоримый факт. Все это в комплексе и обеспечивает переход от модели «пика предложения» к модели «пика спроса».

Замедление роста спроса на энергопотребление, с одной стороны, и расширение потенциального предложения, с другой, приводят к наращиванию потенциального избытка предложения в мировой энергетике. Так, в соответствии с оценками компании BP, мировые технически извлекаемые ресурсы нефти превышают прогнозные объемы накопленного (ожидаемого) спроса в период 2015—2035 гг. в 3,7 раза и в период 2015—2050 гг. в 2 раза; доказанные извлекаемые запасы — в 2,4 и 1,3 раза соответственно (рис. 2.10). Это подтверждает, что человечеству не грозит ресурсный голод, но встает

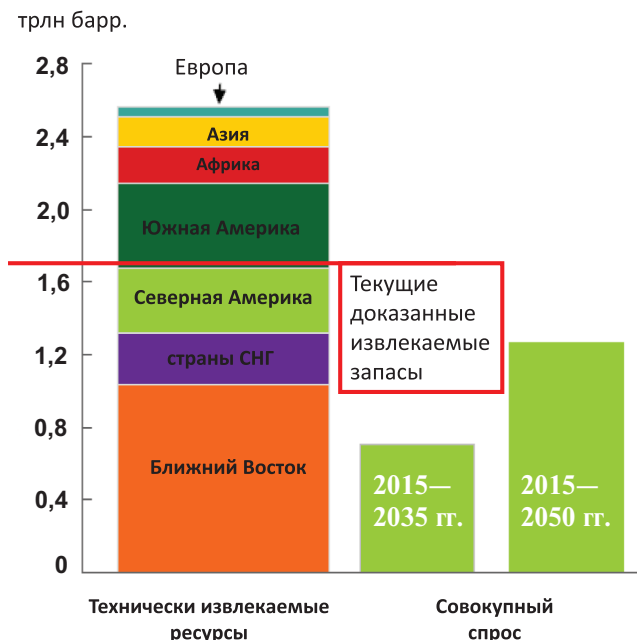


Рис. 2.10. Оценка компанией BP мировых технически извлекаемых ресурсов, доказанных извлекаемых запасов и прогнозных накопленных объемов спроса на жидкое топливо за период 2015—2050 гг. [13]

проблема своевременной востребованности (окупаемости) тех ресурсных категорий, в выявление и подготовку которых к освоению уже вложены существенные производственные ресурсы (интеллектуальные, финансовые, технологические).

В дополнение к этому накопленному итогу ответных мер мировой экономики на нефтяные и энергетические кризисы 70-х годов прошлого века на стороне как спроса, так и предложения недавно добавилось рукотворное ограничение со стороны спроса

(Парижское соглашение по климату COP-21), которое радикальным образом ускоряет смену энергетической парадигмы и создает систему новых вызовов для мировой энергетики и энергетики России.

COP-21 и новая парадигма развития энергетики

Парижское соглашение по климату (COP-21, вступило в действие 04.11.2016 г.) фактически задает новые пределы роста мировой энергетики, вводя для них ограничения «сверху». По оценке Международного энергетического агентства (МЭА), накопленный будущий объем выбросов CO₂ в результате освоения текущих доказанных

извлекаемых запасов (ТДИЗ) невозобновляемых источников энергии* в 3 раза превышает верхний предел разрешенных выбросов, согласованных в СОР-21 для целей устойчивого развития (допустимое потепление не более 2 °С), а по оценке Международной группы экспертов по изучению климата (МГЭИК) — в 3÷4 раза. Это означает, чтобы удержать глобальное потепление в указанных пределах без широкомасштабного применения технологий улавливания и хранения CO₂ (CCS — carbon capture & storage), человечеству не удастся использовать более 1/3 (по данным МЭА) или 1/3—1/4 (по данным МГЭИК) мировых ТДИЗ НВИЭ, т.е. той части известных и изученных геологических ресурсов ископаемого топлива, для которых существуют технологические возможности по их извлечению (технически извлекаемые запасы) и которые экономически рентабельны для извлечения, т.е. подготовлены для добычи и являются по сути «производственными добывающими мощностями» (текущие доказанные извлекаемые запасы). В подготовку их для добычи было вложено немалое количество средств. И именно эти — энергетические — ресурсы (как категория ресурсов производственных) являются зоной сохранения конкурентных преимуществ сегодняшней российской экономики.

По данным МЭА, из всех вышеуказанных потенциальных выбросов 2/3 приходится на выбросы, образующиеся при сжигании угля, 22 % — при использовании жидкого топлива и только 15 % — при применении газа. Поэтому возникает закономерный вопрос: если при сжигании газа в атмосферу попадает только 15 % всех выбросов, почему основная борьба за чистоту окружающей среды в Европе сегодня направлена, в первую очередь, против использования газа? Не потому ли, что в общественном мнении европейцев слово «газ» ассоциируется, в первую очередь, со словосочетанием «российский газ», особенно после январских транзитных газовых кризисов 2006 и 2009 гг.? Напрашивается ответ: в борьбе за сужающуюся конкурентную нишу для некоторых стран все средства хороши, чтобы убрать конкурента. Поэтому активно пропагандируется (в частности, ссылаясь на упомянутые транзитные кризисы и тем самым подменяя понятия), что Россия — это, якобы, ненадежный поставщик.

Если брать данные МЭА/МГЭИК за основу, то исполнение соглашения СОР-21 (Россия пока его не ратифицировала) неизбежно запустит цепочку «эффектов домино» с негативными для страны

* В рамках технологических цепочек от добычи до конечного потребления отдельного вида НВИЭ (угля, жидкого топлива, газа) в каждой энергетической/неэнергетической сфере их использования.

последствиями. Добровольно принятые ограничения со стороны спроса, исходя из климатической повестки, неизбежно приведут к тому, что не все ТДИЗ смогут быть востребованы (так называемая проблема «unburnable carbon»). Это означает, что создается будущий потенциальный избыток предложения, искусственно сформированный климатической повесткой. Но независимо от того, будущий он или настоящий, избыток предложения способствует снижению цен. Это будет вести не к увеличивающейся (как у Хотеллинга), а к уменьшающейся ценности/стоимости НВИЭ в недрах из-за их потенциальной невостребованности. Можно говорить, что таким образом формируется (формулируется) антитеорема или антиправило Хотеллинга.

В итоге создаются стимулы для быстреего извлечения/использования этих ТДИЗ, что будет оказывать понижающее давление на цены. Она будет являться результатом конкуренции производителей, их борьбы за попытку оказаться первыми и более конкурентоспособными на сужающемся со стороны спроса (относительно растущих масштабов предложения) рынке, чтобы не оказаться невостребованными в условиях искусственно вводимых Парижским соглашением ограничений спроса. Это будет ускорять наступление эры дешевой нефти, но не вследствие повсеместного снижения издержек ее разведки и добычи (например, в результате применения достижений НТП), а в результате того, что общество (в соответствии с вышеизложенным) вполне осознанно будет готово платить все более низкую цену за поставляемую энергию, зная, что завтра эта энергия будет еще дешевле.

Дополнение эффекта применения Парижского соглашения (COP-21) к накопленным последствиям реакции мировой экономики на рост нефтяных цен с 70-х годов XX в. может кардинально изменить парадигму будущего развития мировой энергетики!!!

Риски и вызовы для России

Россия стоит перед серьезными макроэкономическими вызовами. Рассматриваемое развертывание событий в мировой экономике (грядущая смена парадигмы развития мировой энергетики) происходит в направлении (и может усугубляться/сопровождаться целенаправленными попытками) вытеснения нашей страны из зоны ее традиционных конкурентных преимуществ в глобальной конкуренции, какими является сфера традиционных НВИЭ.

Зона сегодняшних основных конкурентных преимуществ нашей страны — энергоресурсы. Основные конкуренты в этой сфере — страны ОПЕК (Саудовская Аравия), США, Россия. Сегодня наша

страна находится в срединной части «кривой предложения» (в рамках ресурсного спектра ТДИЗ* в отношении издержек добычи) (рис. 2.11).

Попытки вытеснить Россию из этой зоны конкурентных преимуществ могут привести к тому, что она будет не готова сегодня на равных конкурировать в сферах, где доминируют другие производственные ресурсы, где есть конкурентные преимущества у других стран в иных отраслях. Например, говоря о технологиях и инновациях, безусловно, наша страна очень сильна, и более чем конкурентоспособна в сфере ВПК, но это не дает возможности решить все отечественные проблемы (компенсировать потери), если Россия окажется преждевременно вытесненной из зоны своих традиционных конкурентных преимуществ в мировой экономике. Утрата конкурентных ниш на рынках энергоресурсов в результате целенаправленной преждевременной (ускоренной) переориентации мировой экономики на безуглеродную энергетику будет для России катастрофичной,

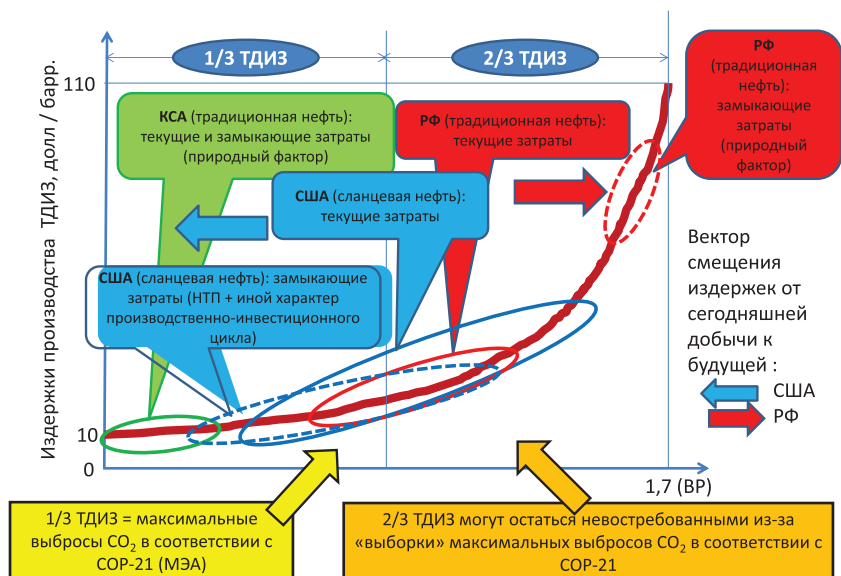


Рис. 2.11. Влияние сланцевой нефти США и COP-21 на глобальную «кривую предложения» нефти (приведен порядок цифр)

* Компания BP оценивает мировые ТДИЗ нефти в 1,7 трлн барр. Поскольку эти оценки делались с учетом существовавших цен, которые всю первую половину текущего десятилетия держались на уровне 110 долл за баррель, именно в прямоугольнике с такими координатами автор расположил гипотетическую кривую предложения для обозначения на ней зон конкурентных преимуществ основных конкурирующих на этом рынке государств.

если это произойдет до тех пор, пока переходные меры по диверсификации конкурентоспособного присутствия России в мировой экономике в неэнергетических отраслях не дадут отдачи.

Саудовская Аравия была, есть и останется в нижней зоне ресурсного спектра (см. рис. 2.11). Королевство добывает и будет добывать традиционную нефть, ее текущие и замыкающие затраты, т.е. затраты на тех месторождениях, которые будут идти на возмещение выбытия действующих мощностей, на компенсацию падения добычи, останутся в нижней левой зоне.

США и Россия сегодня находятся в средней части ресурсного спектра, но США добывают сланцевую нефть, а Россия — традиционную. А это два принципиально разных инвестиционных механизма нефтедобычи, так как срок эксплуатации скважин добычи традиционной нефти составляет 15—20 лет, а сланцевой нефти 2—3 года с очень резким падением дебита (50—60 % в первый год, 80—90 % за два года). В то же время это большой минус для производителей сланцевых углеводородов, так как они должны постоянно вести бурение в целях компенсации быстрого падения дебитов (для возмещения выбытия производственных мощностей). Это приводит к быстрому росту их финансовой задолженности (инвестиционная деятельность сланцевых производителей поддерживается за счет долгового финансирования, наращивание которого в условиях снижения как нефтяных, так и газовых цен вызывает ухудшение деятельности этих производителей как заемщиков, удорожание кредита и раскручивание спирали их задолженности при ухудшении качества). Но непрерывающийся доступ к финансированию дает возможность сланцевым компаниям снижать издержки добычи в режиме реального времени. По мнению специалистов ЦЭИ ИМЭМО РАН, такая ситуация не грозит финансовым коллапсом отрасли. Повторения кризиса, аналогичного кризису на рынке недвижимости США в 2007 г., по их мнению, не будет: «потому что будут банкротиться отдельные предприятия, но угрозы банкротства для отрасли в целом нет» [25].

Можно сделать вывод: когда мы говорим о замыкающих месторождениях, ввод которых в эксплуатацию позволит компенсировать снижение добычи на действующих месторождениях, движение американской сланцевой добычи по кривой предложения пойдет влево-вниз, а в России, где добывается традиционная нефть и будет наблюдаться ухудшение природных условий, при сохранении сегодняшнего инвестиционного климата движение издержек может пойти по этой кривой вправо-вверх (см. рис. 2.11). Поскольку не весь объем мировых ТДИЗ будет востребован в перспективе при снижающемся спросе, а только 1/3 — 1/4 (как посчитали эксперты МГЭИК/МЭА),

то не попадет ли новая российская нефть в зону не востребуемых (в рамках новой парадигмы развития мировой энергетики) для вовлечения в рентабельный хозяйственный оборот энергоресурсов, т.е. не окажется ли она тем самым «unburnable carbon»? Сегодня эти возможные риски и вызовы требуют активного обсуждения.

Новые вызовы для России связаны с состоянием инвестиционного климата. Нашей стране необходим ресурсно-инновационный путь развития (активными сторонниками и пропагандистами которого являются, например, акад. А.Н.Дмитриевский, А.Э.Конторович), т.е. нужен не «уход от нефти», а требуется интенсификация мер по сохранению и наращиванию конкурентных преимуществ России в энергетической сфере, причем по трем направлениям.

Первое направление: генерирование достижений революционного НТП в области добычи и смежных отраслях, которые выпускают оборудование для ТЭК (машиностроение, производство товаров и услуг для энергетического комплекса), т.е. производство конкурентоспособного оборудования для ТЭК в старых и новых его отраслях. Это приведет к снижению издержек (в случае революционного НТП — к радикальному их снижению, превышающему негативное влияние природного фактора*, повысит отдачу от инвестиций, но главное — вызовет снижение спроса на инвестиции в ТЭК при тех же объемах вовлеченной в хозяйственный оборот первичной энергии. Это, в свою очередь, даст возможность более активно переводить нетрадиционные энергоресурсы в традиционные, т.е. расширять область под кривой Хабберта, что позволит продлить углеводородную эру**. Нашей стране необходим относительно длинный переходный период от нефтяной эры к низкоуглеродной экономике, а не скачкообразный переход, не дающий возможности для адаптации, т.е. не «прыжок» из эры

* Например в 80/90-х годах XX в. издержки морской глубоководной нефтедобычи на полупогружных платформах новых типов (без стационарных оснований) на шельфе Бразилии при глубинах воды более 1 км оказались дешевле (ниже) издержек добычи на платформах со стационарными основаниями (свайными или гравитационными) в Северном море при глубинах воды менее 200 м.

** Одной из потенциальных конкурентоспособных возможностей для «традиционной» энергетики может быть, например, продление «первичного» технологического цикла ТЭК (после стадии конечного использования) на производство вторичной энергии с применением CO₂ («вторичный» технологический цикл ТЭК). Технологии CCS (улавливания и хранения углерода) должны стать не завершением действующего технологического цикла ТЭК (полезная работа и потери, включая CO₂), затраты на которые являются для него обременением, а начальной частью нового технологического энергетического цикла, например водородного (где CO₂ является не потерями/ущербом/загрязнителем, а ресурсом для производства новой «чистой» энергии на базе новых прорывных технологий).

нефтяной в эру низкоуглеродную. Указанные меры нацелены на сохранение конкурентоспособного предложения за счет более низких инвестиционных затрат в случае реализации в стране достижений НТП (в первую очередь, революционных), что должно происходить при непосредственном участии государства и при полной его поддержке. Примером тому может служить история американской сланцевой революции и роль государства в финансировании НИОКР, обеспечившая (запустившая) эту новую «промышленную» революцию.

Второе направление: повышение эффективности использования энергии, т.е. снижение удельных расходов и, возможно, тем самым абсолютных потребностей в первичной и подведенной энергии. Этот путь ведет к уменьшению спроса на валовые инвестиции в ТЭК. Что, в свою очередь, даст возможность выдержать паузу в освоении наиболее дорогих маржинальных ресурсов или обеспечить временный отказ от их освоения*. Возможно, это позволит уменьшить финансово-инвестиционную нагрузку на экономику со стороны ТЭК при совершении той же полезной работы, при тех же объемах подведенной энергии. Таким образом результатом может стать не только увеличение или сохранение объемов первичной энергии, но и сохранение объемов подведенной энергии за счет меньших затрат на ее получение. В то же время уменьшение финансово-инвестиционной нагрузки на экономику со стороны ТЭК при той же полезной работе предполагает возможность концентрации высвобождающихся ресурсов на НИОКР революционного НТП в энергетических и иных отраслях.

Третье направление: повышение эффективности использования финансовых поступлений от ТЭК для снижения потребности в налоговой нагрузке на топливно-энергетический комплекс как на «донора бюджета». Сегодняшняя налоговая система (в основе которой — налог на добычу полезных ископаемых плюс экспортная пошлина) не является, мягко говоря, оптимальной [27]. К этому добавляются вопросы рациональности, эффективности использования бюджетных средств, например коррупционная составляющая (или «коррупцион-

* В частности, речь может иметься ввиду сегодняшнее практическое освоение Арктического шельфа при существующих технологиях, т.е. на базе тех достижений эволюционного НТП, которые не дают нам возможности осваивать более чем прибрежную мелководную арктическую зону, при этом еще и с определенными экологическими рисками [26]. Такая пауза позволит сконцентрироваться на реализации соответствующих достижений революционного НТП с пониманием того (пример американской сланцевой революции), что инновационно-инвестиционный цикл для прорывных технологий, например роботизированная морская подводная (что означает подледная) добыча в Арктике, может оказаться достаточно длинным.

ный налог») на российскую экономику, которая равняется, как было озвучено в свое время на высшем уровне, как минимум 20 % [28].

Вышеизложенное — это те возможные направления, которые могут продлить переходный период от углеводородной эры к другой (низкоуглеродной) энергетической эре, т.е. сохранить наше присутствие в сфере конкурентных преимуществ России на мировых рынках в рамках смены парадигмы развития мировой энергетики. Цель — обеспечить сохранение России в зоне ее конкурентных преимуществ в рамках глобальной конкуренции на новом инновационно-технологическом уровне, в рамках нового технологического уклада, на базе достижений революционного НТП.

Список литературы:

1. **Hubbert M.K.** Energy from Fossil Fuels. // Science. 4 February 1949. Vol. 109. P. 103—109.
2. **Hubbert M.K.** Nuclear energy and the fossil fuels / M.K. Hubbert // Presented before the Spring Meeting of the Southern District Division of Production American Petroleum Institute Plaza Hotel. San Antonio. Texas. March 7-8-9 1956. No. 95.
3. **Hotelling Harold.** The economics of exhaustible resources / Harold Hotelling // Journal of Political Economy. The University of Chicago Press via JSTOR. 1931. Vol. 39 (2). P. 137—175.
4. **Цена энергии: международные механизмы формирования цен на нефть и газ** / Р. Дикель, Г. Гунул, Т. Гулд и др. // Брюссель: Секретариат Энергетической Хартии, 2007.
5. **Khanha Neha.** On the economics of non-renewable resources / Neha Khanna // Economics Interactions With Other Disciplines. URL: <http://www.eolss.net/ebooks/Sample%20Chapters/C13/E6-29-03-01.pdf> (дата обращения: 23.04.2018 г.).
6. **Chevalier Jean-Marie.** Le nouvel enjeu petrolier / Jean-Marie Chevalier. Paris, 1973.
7. **Шевалье Ж.–М.** Нефтяной Кризис / Ж.–М. Шевалье. М.: Мысль, 1975.
8. **The Limits to Growth** / D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III // A Report to The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York: A Potomac Associates Book/ Universe Books, 1972. URL: <http://www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth/> (дата обращения 23.04.2018).
9. **Куренков Ю., Конопляник А.** Динамика издержек производства, цен и рентабельности в мировой нефтяной промышленности / Ю. Куренков, А. Конопляник // Мировая экономика и международные отношения. 1985. № 2. С. 59—73.
10. **Konoplyanik A.** Whether low oil prices put an end to oil indexation in gas? What are alternative ways & means to obtain Maximum Marketable Resource Rent in term gas contracts? (invitation to discussion) / A. Konoplyanik // Presentation at

- the 8th «ENERGETIKA-XXI: Economy, Policy, Ecology» International Conference. Saint-Petersburg, 11-12.11.2015.
11. **Конопляник А.** Встречные «эффекты домино» / А. Конопляник // Нефть России. 2017. № 5—6. С. 4—11.
 12. **BP** Statistical Review of World Energy. 2017.
 13. **Dale Spencer.** Group chief economist / Spencer Dale // Presentation in IMEMO RAS at the «Oil & Gas Dialogue» Seminar. BP Energy Outlook, 2017. URL: <http://imemo.ru/files/File/ru/conf/2017/07022017/07022017-PRZ-EO17-Presentation-Spencer%20short.pdf> (дата обращения 23.04.2018).
 14. **Геллер Е.И., Мельникова С.И.** Новая газовая революция? На сей раз — «мокрая» / Е.И. Геллер, С.И. Мельникова // Россия в глобальной политике. 2015. Май-июнь (спецвыпуск). С. 177—189.
 15. **Конопляник А.** Американская сланцевая революция: последствия неотвратимы / А. Конопляник // ЭКО. 2014. № 5. С. 111—126.
 16. **Konoplyanik A.** The US Shale Gas Revolution And Its Economic Impacts In The Non-US Setting: A Russian Perspective / A. Konoplyanik // Handbook of Shale Gas Law and Policy/ed. by Tina Hunter. Intersentia, 2016. P. 65—106,
 17. **Жуков С.В.** Нефть как финансовый актив / С.В. Жуков // Научно практическая конференция Газпромбанк — ИМЭМО РАН «Нефть как особый класс активов — современные тенденции и риски». М., 13.12.2011.
 18. **Копытин И.** Риски цены нефти / И. Копытин // Научно практическая конференция Газпромбанк — ИМЭМО РАН «Нефть как особый класс активов — современные тенденции и риски». М., 13.12.2011.
 19. **Конопляник А.** Однополярный нефтяной мир — реальная перспектива / А. Конопляник // Экономическая политика: экспертный канал, 5 сентября 2013. URL: <http://ecpol.ru/2012-04-05-13-45-47/2012-04-05-13-46-05/1016-odnopolynnyj-neftyanoj-mir-realnaya-perspektiva.html> (дата обращения 23.04.2018).
 20. **Конопляник А.** Эволюция рынков нефти и газа: закономерности движения от рынков физической к рынкам бумажной энергии / А. Конопляник // Седьмые Мелентьевские чтения: сб. науч. тр. / Под ред. А.А.Макарова. М.: ИНЭИ РАН, 2013. С. 163—178.
 21. **Yergin Daniel.** The Prize. The Epic Quest for Oil, Money & Power / Daniel Yergin // Free Press. New York/London/ Toronto/Sydney. 1991.
 22. **Ергин Дэниел.** Добыча. Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Дэниел Ергин. М.: Альпина Паблишерз, 2013.
 23. **Nomi Prins.** All the President's Bankers. The Hidden Alliances That Drive American Power. Nation Books. Perseus Books Group. New York, 2014.
 24. **Конопляник А.** Эволюция контрактной структуры на мировом рынке нефти (гл. 2). Пределы колебаний **нефтных цен** / А. Конопляник // Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз / И.И. Бушуев, А.А. Конопляник, Я.М. Миркин и др. М.: ИД «Энергия», 2013. С. 80—190, 230—273.
 25. **Жуков С., Золина С.** США: финансовые рынки и развитие сектора неконвенциональной нефти / С. Жуков, С. Золина // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60. № 11. С. 14—24.
 26. **Влияние** антироссийских санкций на освоение нефтегазового потенциала российского арктического шельфа — и развилки энергетической политики

России / А. Конопляник, В. Бузовский, Ю. Попова, Н. Трошина. М.: «Восток Капитал», 2015.

27. **Конопляник А.** «Ножницы Кудрина», «серп Силуанова», что дальше? / А. Конопляник // Нефть России. 2015. № 10. С. 18—24 (ч. 1); № 11—12. С. 10—15 (ч. 2).
28. **Конопляник А.** К повестке дня Президентской комиссии по ТЭК / А.Конопляник // Нефтегазовая Вертикаль. 2015. № 20. С. 52—55.