Сергей Шишкин

История цен на энергоносители

Шишкин Сергей Сергеевич —
кандидат технических наук, частный инвестор.

Sergei S. Shishkin —
Candidate of Technical Sciences, private investor.

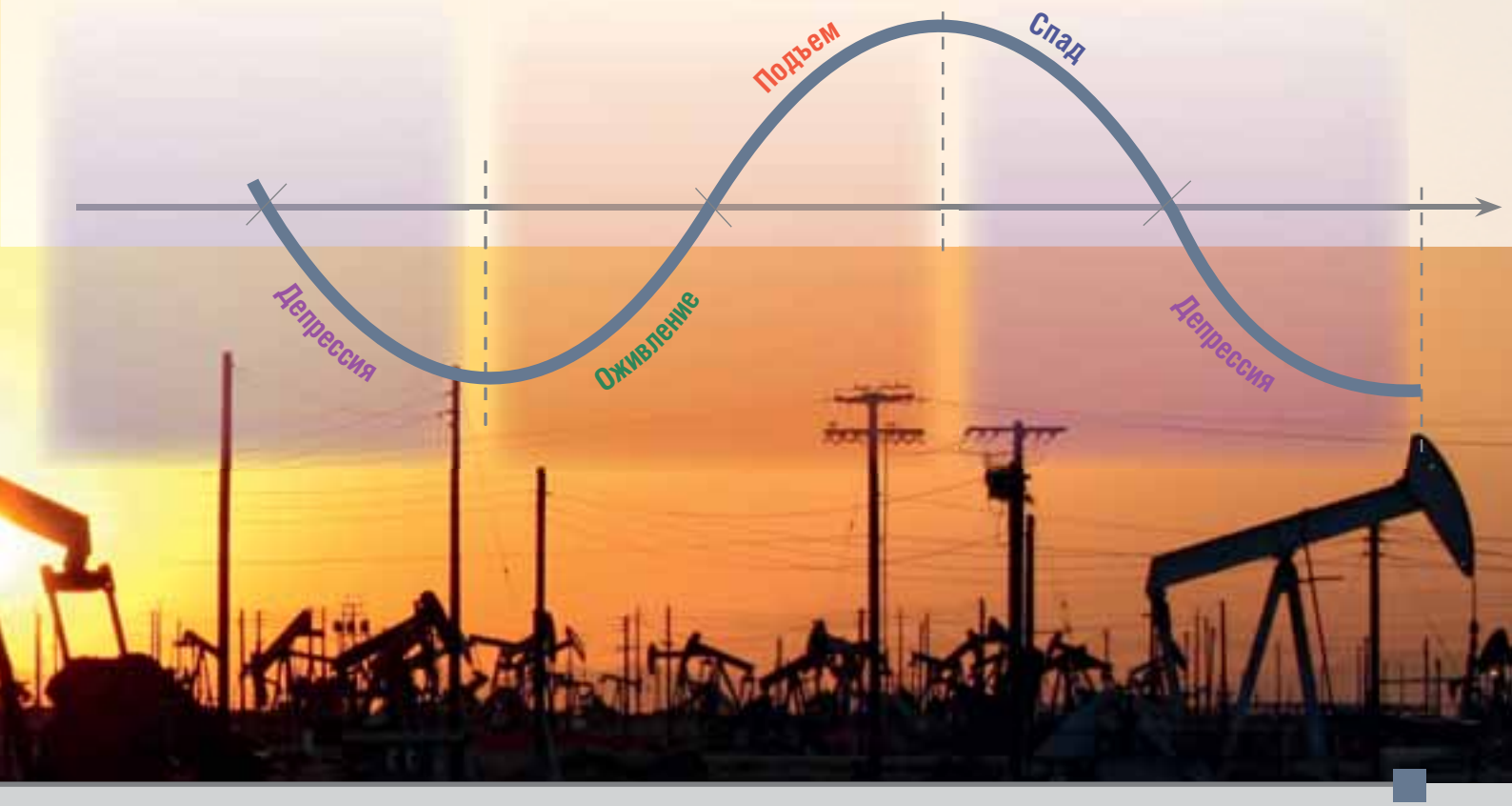
УДК 339.14

В статье долгосрочные тенденции на рынке энергоносителей рассматриваются не с точки зрения баланса спроса и предложения, как это обычно делают, а исключительно с позиции анализа котировок. Особое внимание уделено ценам на уголь, которые прослежены с 1834 г. Основной вывод состоит в том, что никакого дефицита сырья на планете не существует, а тенденция отказа от минерального топлива в пользу возобновляемых источников, если и проявится в котировках, то лишь через несколько десятилетий. Куда большее значение для ценовой динамики имеют большие циклы конъюнктуры, на основе которых и сделан долгосрочный прогноз.

Ключевые слова
Циклы Кондратьева, уголь, нефть, природный газ, инфляция, волатильность, пик нефти, предел роста, энергетическая революция.

Прогнозирование долгосрочных тенденций на рынке энергоносителей является ключевой задачей российской финансовой аналитики, поскольку от ее успешного решения зависит не только результат инвестиций, но и стратегия развития государства. По сути это основа, однако именно здесь среди специалистов и нет единого мнения — одни указывают на скорое исчерпание ресурсов [1, 2], тогда как другие говорят о постепенном отказе от традиционных источников топлива в пользу возобновляемых [3, 4].

Разрешению споров и выработке общей концепции может способствовать глубокое изучение ценовой истории, однако этот инструмент, привычный для инвесторов, несправедливо игнорируется научным сообществом, хотя цены в данном конкретном случае являются единственным фактическим материалом, который надлежит рассматривать по умолчанию, независимо от того, какими мотивами руководствуется наблюдатель. В ином случае любой анализ можно считать субъективным, относя его к категории «мнение».



History of Energy Prices

In this article long-term trends of the energy market are viewed not from the point of view of supply and demand balance, as it is usually done, but exclusively analyzing quotations. Particular attention is paid to coal prices, which have been traced since 1834. The main conclusion is that there isn't any shortage of raw materials on the planet, and the tendency of refusing mineral fuel in favor of renewable sources, if it is manifested in quotations — it will happen only in several decades. Much more important for price dynamics are big cycles of the business situation, on the basis of which a long-term forecast is made.

Keywords
Kondratieff's cycles, coal, oil, natural gas, inflation, volatility, oil peak, growth limit, energy revolution.

Сергей Шишкин

Скачки котировок на рынке энергоносителей никогда не выходили за пределы десятилетия и всегда завершались настоящим обвалом цены.

Поиск данных при этом не представляет какой-то серьезной проблемы — большинство из них собрано Агентством энергетической информации США (далее — EIA), остальные можно найти в архивах отчетов Геологической службы США (*minerals yearbook*), в сборнике «Историческая статистика США» [5], на сайте компании *British Petroleum* и других общедоступных ресурсах. Данные по индексу потребительских цен (в том числе и ранее 1913 г.) представлены на сайте *measuringworth.com*.

Пользу от изучения и сопоставления данных можно продемонстрировать на одном конкретном примере. Как будет показано дальше, скачки котировок на рынке энергоносителей никогда не выходили за пределы десятилетия и всегда завершались настоящим обвалом. В 2014 г., когда к падению цены стали располагать еще и фундаментальные факторы, участникам рынка следовало приготовиться к самой жесткой посадке, однако они попросту игнорировали все угрозы.

Рисунок 1

Котировки угля в ценах 2016 г., долл. за 1 метрическую тонну

Каменный уголь

Если мы хотим выполнить полноценное историческое исследование, то прежде всего должны разобраться с углем, использовать который в качестве энергоносителя стали много раньше, чем нефть и природный газ. По сути, мировая экономика оставалась угольной вплоть до середины XX в. — в 1900 г. мировое производство нефти составляло всего 3% от угля (в пересчете на нефтяной эквивалент), в 40-е годы XX в. оно впервые превысило 30%, сейчас составляет примерно 120%.

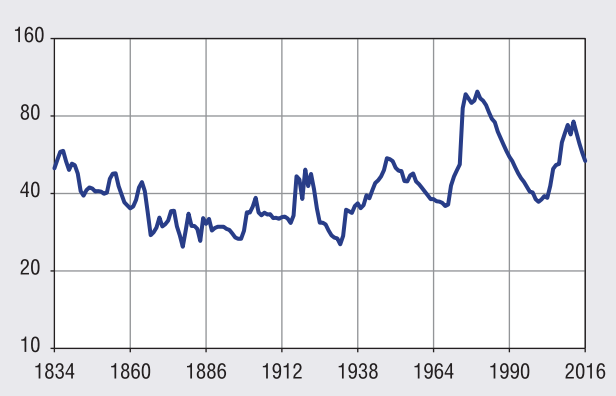
Ценовые ряды, которые отобраны для анализа, — это данные Американской ассоциации железа и стали по антрациту марки *white ash lump* на условиях FOB в порту Филадельфии (представлены с 1834 по 1890 г.) и данные EIA и Геологической службы США по средним годовым ценам на каменный уголь на всей территории США (доступны с 1880 г., а также за 1870 и 1875 гг.). Исходные котировки в долларах 2016 г. (считая по индексу CPI) показаны на *рис. 1*.

Взаимное расположение графиков совершенно не удивительно, поскольку антрацит марки *white ash* является одним из наиболее дорогих сортов угля в истории США. Кроме того, в его стоимости заключены и расходы по доставке в порт, тогда как данные от EIA — это фактически цены производителей. Тем не менее разница котировок не должна получаться такой значительной, как в 80-е годы XIX в., тем более что именно в этот период на графике антрацита *white ash* обнаруживается подозрительный ценовой скачок.

Если так, то коэффициент пересчета одного ценового ряда в другой, столь необходимый для построения склейки, стоит рассчитать как среднее отношение за пять юбилейных лет за период с 1870 по 1890 г., так что он получается равным 2,75. В «натуральную величину» на графике (*рис. 2*) отображены данные EIA, тогда как цены *white ash* не только взяты с понижающим коэффициентом, но и дополнительно подвергнуты сглаживанию в целях устранения разницы в волатильности.

Рисунок 2

Стоимость угля в ценах 2016 г., долл. за 1 метрическую тонну



Отмечу, что выбранные ценовые ряды обладают на удивление высокой преемственностью, поскольку антрацит в целом, несмотря на падение добычи практически до нуля, оставался пропорционально дороже каменного угля на протяжении почти всего XX в. Кроме того, антрацит производится только в Пенсильвании, которая в XIX в. являлась и основным в США поставщиком каменного угля, что исключает возможные проблемы, связан-

Сергей Шишкин

ные с географией добычи, — как выясняется, это существенный фактор ценообразования.

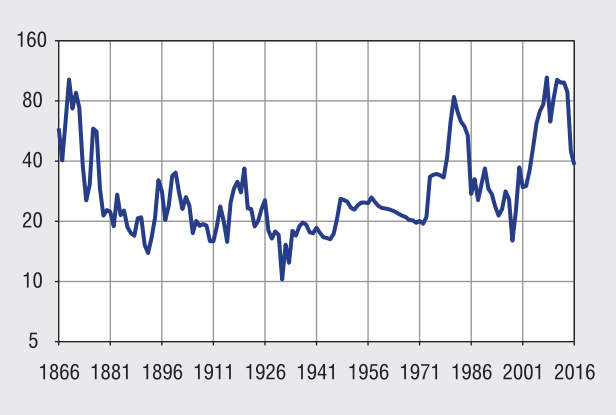
Нефть и природный газ

График нефти целиком построен на основе данных EIA по средним ценам в США — фактически это также цены производителей. Кроме того, это единственный ценовой ряд, который на протяжении всей истории (с 1859 г.) считался по единой методике, и этим он выгодно отличается от других аналогичных рядов, например от данных компании *British Petroleum*, которые обычно приводятся в средствах массовой информации в тот момент, когда речь заходит об истории котировок нефти.

На итоговом графике *(рис. 3)* выделяются четыре исторические эпохи, которые, с точки зрения ценовой динамики, имеют четкие разворотные даты — 1878, 1934 и 1973 гг. [6]. Первый период это время, когда нефть добывали только в одном регионе США — ее роль в экономике была ничтожно мала, а объемы поставок в значительной степени зависели от железнодорожных компаний, имевших монополию на перевозку. Это причины, которые в итоге приводили к чудовищным ценовым колебаниям, так что история того времени вряд ли показательна для настоящего.

Рисунок 3

Стоимость нефти в ценах 2016 г., долл/барр.



Строительство магистральных нефтепроводов, а затем и освоение новых ме-

➢➢ Цены, как и положено в условиях свободного рынка, всегда выполняли свою регулятивную функцию — падение котировок приводило к сокращению инвестиций, тогда как рост активизировал инновации и поиск новых месторождений.

сторождений, в том числе за пределами США, разрушило эту монополию, создав почти идеальный рынок, который просуществовал до середины 1930-х годов. Ситуацию изменили всего два события. С одной стороны, были открыты крупнейшие месторождения в Техасе, так что возможности добычи надолго превысили потребление; с другой — на рынке сложился картель производителей, вошедший в историю как «Семь сестер». Государственное регулирование рынка при этом достигло беспрецедентного уровня, так что цены стали фиксированными, а добыча была приведена в строгое соответствие со спросом.

К началу 1970-х годов все возможности по наращиванию добычи в Соединенных Штатах были исчерпаны, и тогда страны ОПЕК устроили самый значительный в истории нефтяной шок. Котировки держались на высоте примерно десятилетие, однако политика их дальнейшего удержания, когда лидер ОПЕК Саудовская Аравия сократила добычу почти на 2/3, в итоге завершилась полным провалом, показав, что современное ценообразование на рынке нефти в большей степени рыночное, нежели монопольное. Тем не менее опыт 2017 г. показывает, что влияние на котировки стран ОПЕК все еще велико.

Минимум нефти относительно индекса потребительских цен был пройден в 1931 г., ему предшествовал 70-летний период падения котировок. В этом плане черное золото ничем не отличается от угля, стоимость которого достигла минимальной отметки в тот самый момент, когда добыча только стала масштабной, хотя это порядка 10% от современного уровня. Нет сомнений, что первое время под влиянием технического прогресса топливо дешевеет, однако в дальнейшем тенденции обращаются вспять.

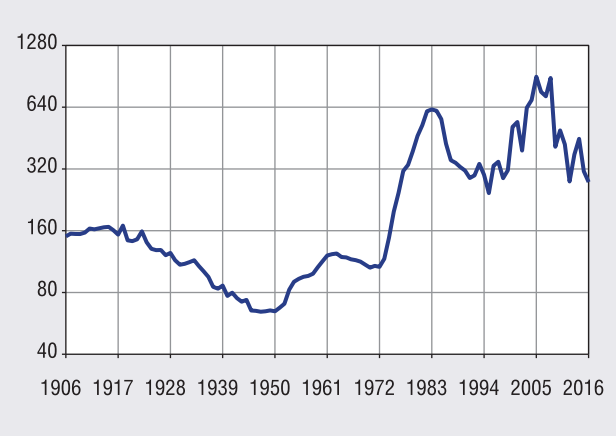
На *рис. 4* представлен аналогичный график по природному газу — это склейка средней цены на скважинах (в натуральную величину) и средней цены для промышленных потребителей (с понижающим коэффициентом). Первый ценовой ряд доступен с 1922 по 2012 г., второй — с 1906 г. по настоящее время, но с перерывами. До 1922 г. использован коэффициент 1,43 (среднее соотношение за 1922–1931 гг.), после 2012 г. коэффициент 1,27 (среднее соотношение за 2003–2012 гг.).

Моделирование месячных котировок нефти

Данные по нефти, которые собраны EIA, — это средняя стоимость в течение года, которая, к сожалению, не отражает ценовую историю так полно, как это делают данные месячные или годовые, но только в формате свечей, то есть с указанием ми-

Рисунок 4

Стоимость природного газа в ценах 2016 г., центов за 1 тыс. кубических футов



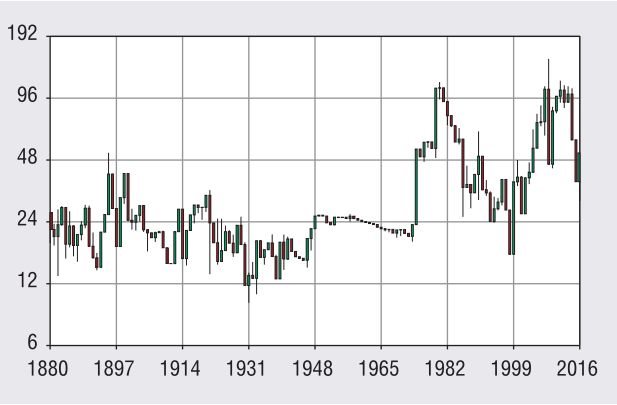
Сергей Шишкин

Рисунок 5

Моделирование месячных котировок нефти

Рисунок 6

Стоимость нефти в ценах 2016 г. (свечной график)



нимальной и максимальной цены. В частности, они не позволяют надлежащим образом исследовать волатильность и, разумеется, оставляют без внимания экстремальные уровни, достигнутые, например, в годы Великой депрессии, что весьма интересно.

Чтобы получить необходимый ценовой ряд, придется снова выполнить склейку, соединив месячные данные по сорту WTI (с 1942 г.) и по средней цене в штате Пенсильвания (до 1942 г.). Эта склейка будет особенной, поскольку значения второго из указанных ценовых рядов сильно отличаются от средних цен по США, так что на выходе мы должны получить именно средние цены, но с волатильностью, заданной ценами в Пенсильвании. Решение данной задачи строится на основе логистической функции, так что оно в определенной степени является развитием идей М. Кинга Хабберта [7].

На *рис. 5* показано соотношение между средней годовой ценой в штате Пенсильвания и средней годовой ценой, рассчитанной EIA. На первых порах, когда черное золото добывали исключительно в этом штате, соотношение было равно единице, однако в дальнейшем, когда лидерство перешло к другим регионам, оно значительно выросло. В отдельные годы оно сильно отклонялось от теоретической траектории, но это естественный результат в условиях, когда единого рынка, по сути, не существовало.

Если так, то котировки ранее 1942 г. определяются формулой:

$$C_k = \frac{CP_k}{E_k}, E_k = 1 + \frac{K \cdot P \cdot e^{R\cdot(k-t)}}{K + P \cdot e^{R\cdot(k-t)} + P}, \qquad (1)$$

где CP — значение месячной котировки в штате Пенсильвания;
k — индекс месяца начиная с января 1880 г.

Несколько переменных формулы (1) можно сразу назначить. P, очевидно, равно единице, а $K = 1{,}26$ — это значение, при котором стоимость по модели на рубеже 1942 г. равна стоимости сорта WTI. Оптимальные значения R и t вычисляются при помощи метода наименьших квадратов, хотя в данном случае при наличии должного графического редактора их можно попросту подобрать. С учетом округления $R = 0{,}05$ и $t = 300$.

График, построенный по модели, представлен на *рис. 6*.

Отметим, что Пенсильвания как производитель нефти со временем утратила свое значение — к 1910 г. ее доля в совокупной добыче в США с учетом соседних штатов в составе региона *Appalachian* упала до 15%, а к 1930 г. и вовсе до 4%. Тем не менее из-за близости к основным промышленным центрам котировки здесь сохраня-

ли актуальность вплоть до 1942 г., пока их формирование хоть немного напоминало рыночное.

Ценовой индекс и прогноз его поведения

Последний вопрос, который должно рассмотреть в рамках исторического исследования, — это построение индекса стоимости топлива в целом. Наилучшим будет индекс Пааше:

$$I_i = \frac{1}{CPI_i} \cdot \frac{\sum q_i \cdot p_i}{\sum q_i \cdot p_0}, \qquad (2)$$

где p — цена потребляемого товара;
q — физический объем потребляемого товара;
CPI — значение индекса потребительских цен в США.

Поскольку счет ведется исключительно по рынку США, то величина q может означать лишь потребление. По углю и природному газу, где доля внешней торговли сравнительно небольшая, вместо него допустимо использовать данные по добыче, которые зачастую более полные, тогда как по нефти подобное позволительно только ранее 50-х годов XX в. Отмечу, что потребление нефти включает в себя и жидкие фракции природного газа, а весь добываемый в стране уголь по умолчанию считается каменным.

Рисунок 7

Индекс цен на энергоносители (1931 г. = 1)

График индекса представлен на *рис. 7*, он весьма интересен.

Во-первых, если сгладить все большие и малые колебания, возникшие по причине спекуляций и экономических кризисов, то на выходе можно получить плавную функцию, которая почти за 100 лет истории сменила свое направление только однажды — в начале XX в. Получается, что факторы самой различной природы, включая и технические новации, на длительном промежутке времени оказываются взаимно компенсированными, так что равновесная цена меняется исключительно медленно.

В будущем из-за развития возобновляемой энергетики или под действием каких-то иных факторов кривая может изменить свое направление еще не один раз, но такое определенно не случится «в один прекрасный момент» — признаки проис-

Сергей Шишкин

➢➢ В ближайшие годы котировки нефти не опустятся ниже 30 долл., но и вряд ли надолго превысят 60 долл.; после этого начнется глобальная волна подъема, обусловленная инфляцией доллара.

ходящего разворота на ценовых графиках станут видны заранее, так что использование для прогнозирования котировок технического анализа, в том числе анализа циклов, может оказаться куда эффективнее, нежели рассмотрение причин, порождающих те или иные тенденции.

Во-вторых, энергоносители дорожают. Если судить по среднему значению индекса, то прирост относительно потребительских цен за последнюю сотню лет составляет почти три раза. На первый взгляд это действительно связано с постепенным исчерпанием легкодоступных месторождений, однако подобное объяснение, весьма убедительное для нефти и природного газа, совершенно не годится для угля, извлекаемые запасы которого, по данным EIA и BP *Statistical Review of World Energy 2017,* слишком значительны, чтобы демонстрировать явные признаки истощения.

Сравнив две ключевые впадины (1931 и 1998 гг.) и две ключевые вершины (1920 и 1981 гг.), мы удостоверимся, что темпы удорожания нефти нисколько не отличаются от аналогичной величины по углю. Получается, что фактор дефицита ресурсов не имеет никакого значения, а тенденция к их последовательному удорожанию обусловлена иными причинами, например неравномерным течением инфляции в различных отраслях экономики, а то и вовсе ее преднамеренным занижением.

В-третьих, если доверять визуальному восприятию, то графики котировок имеют ярко выраженную цикличность. Период цикла может составлять 25–30 лет, но более вероятно, что он совпадает с периодом цикла Кондратьева [8] и равен примерно 55 годам. Каждый цикл при этом имеет двугорбую форму — первый ценовой максимум (1903, 1957 и 2008 гг.) достигается среди безынфляционного плато, второй (1920 и 1981 гг.) — на фоне гиперинфляции. В обоих завершенных циклах второй максимум получился сильнее, однако число этих циклов слишком мало, чтобы утверждать главенство инфляционного пика в качестве правила.

Рассуждая в подобном ключе, можно прийти к однозначному выводу, что в ближайшие годы рынок энергоносителей будет находиться в боковике, так что котировки нефти не опустятся ниже 30 долл., но и вряд ли надолго превысят 60 долл.; после этого начнется глобальная волна подъема, обусловленная инфляцией доллара. Следующий ценовой пик будет установлен в 2030 г. или немного

позднее, причем котировки черного золота относительно потребительских цен в моменте могут превысить максимальные уровни 2008 г.

Отмечу, что если вековая тенденция, исходя из которой выполнен данный прогноз, все-таки будет сломлена, то на первых порах это проявится лишь в незначительном отклонении траектории котировок от обозначенного курса, а глобальная инфляционная волна роста, пусть и меньших масштабов, все равно будет, поскольку ее причины лежат в совершенно иной плоскости[1]. Если так, то инвесторы смогут выйти с рынка с прибылью, а у властей и производителей будет достаточно времени, чтобы подготовиться к переменам.

Волатильность как свойство актива

Волатильность — это характеристика, зачастую не интересная наблюдателю, однако она, будучи правильно интерпретирована, в состоянии рассказать о свойствах актива не меньше, чем собственно график его котировок. Дело в том, что в условиях свободного рынка значение волатильности вероятностно связано с амплитудой колебаний, иначе на определенных промежутках времени станет выгодна систематическая игра или по тренду, или против него, а это уже явное противоречие логике рынка, который не должен предоставлять игрокам столь тривиальных возможностей для извлечения прибыли.

По определению волатильность — это стандартное отклонение доходности:

$$V = 100\% \cdot \sqrt{\frac{q}{n-p} \cdot \sum_{j=p}^{n} \Delta C_j^2}, \qquad (3)$$

где ΔC_j — доходность актива на интервале с индексом j;
q — число интервалов в году (для месячных данных $q = 12$).

Амплитуда колебаний (см. *рис. 7)*, очевидно, со временем становится только больше, и это подтверждается расчетами волатильности. Можно подумать, что рынок и вправду ускоряется вместе с историческими эпохами, однако на деле это не более чем иллюзия, обусловленная постепенной заменой угля на нефть и природный газ, которые в силу особенностей добычи изначально имеют более выраженную динамику. По каждому ресурсу в отдельности картина совершенно иная.

Так, по углю волатильность, рассчитанная за период с 1967 по 2016 г., оказалась практически равной волатильности за период с 1890 по 1939 г. (около 10%), тогда как по нефти лишь немного ее превысила (25 против 22%). Аналогичные результаты по черному золоту получаются и при анализе месячных данных (более точный расчет), а также при разбиении периодов на отдельные составные части (см. *таблицу*).

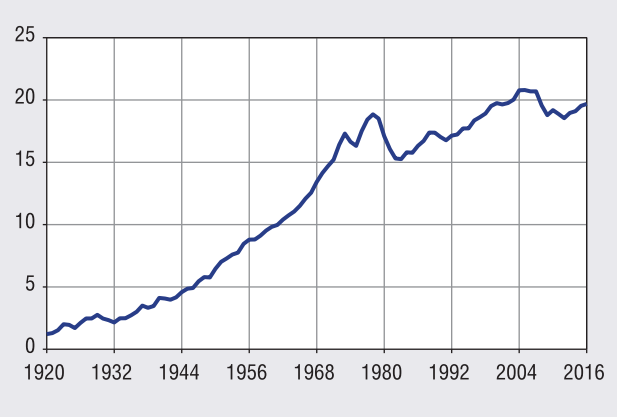
Получается, что волатильность, свойственная тому или иному активу, со временем практически не меняется, и она не

Волатильность нефти на основе месячных данных

Период, годы	V, %
1880–1899	28,5
1900–1919	16,1
1920–1939	25,9
1940–1959	10
1960–1979	21,3
1980–1999	26,7
2000–2015	30,7

Рисунок 8

Потребление нефти в США, млн барр. в сутки*



**До 1941 г. потребление принято равным добыче.*

зависит ни от масштабов нагрузки на ресурсную базу, ни от особенностей организации торговли. Это лучшее доказательство того, что потрясения на сырьевых рынках не становятся более катастрофичными, как это видится сторонникам теории дефицита, а если нечто подобное все-таки и случается, то исключительно по причине манипуляций, картельных соглашений и каких-то других факторов, не имеющих отношения к рыночному ценообразованию.

Общие выводы

По мнению Сергея Петровича Капицы [9], развитие человечества идет в соответствии со своими внутренними законами и не ограничивается какими-либо внешними факторами вроде природных ресурсов. Последние, наравне с технологиями, являются производными роста, так что прогресс предотвращает любой дефицит — это единственная гипотеза, которая в состоянии объяснить устойчивый рост численности населения на протяжении всей истории. На мой взгляд, подобную гипотезу следует принимать и на рынке энергоносителей.

Как следует из собранных данных, скачки котировок никогда не выходили за пределы десятилетия и не сопровождались каким-то значительным падением потребления (*рис. 8*), за исключени-

References

1. Medouz D.Kh., Randers Y, Medouz D.L. *Predely rosta: 30 let spustya* [Limits of Growth: 30 Years Later]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy, 2016.
2. Campbell C.J., Laherrère J. H. The end of cheap oil. *Scientific American*, March 1998, pp. 78–83.
3. Sidorovich V. *Mirovaya energeticheskaya revolyutsiya: Kak vozobnovlyaemye istochniki energii izmenyat nash mir* [The World Energy Revolution: How Renewable Energy Sources Will Change Our World]. Moscow, Al'pina Pablisher, 2015.
4. Pande A., Hasanov F., Cherif R. Riding the energy transition: Oil beyond 2040, IMF *Working Paper*, no 17/120, 2017.

ем одного-единственного случая в начале 1980-х годов, когда дефицит создавался искусственно. Цены, как и положено в условиях свободного рынка, всегда выполняли свою регулятивную функцию — падение котировок приводило к сокращению инвестиций, тогда как рост активизировал инновации и поиск новых месторождений.

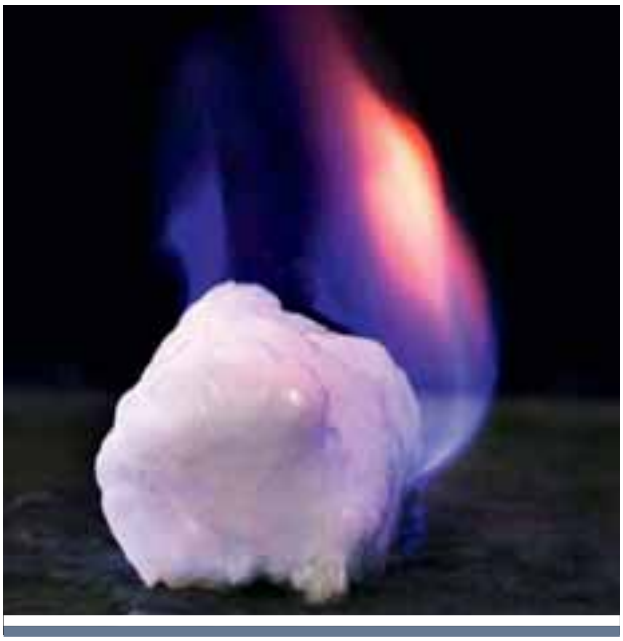
На протяжении всей истории данная схема неизменно работала, потому сейчас нет никаких оснований сомневаться в ее эффективности, тем более что сланцевая революция подтвердила ее буквально на наших глазах. В следующий раз в роли спасителей цивилизации могут выступить те самые возобновляемые источники или, например, газовые гидраты, так что глобальный дефицит нефти и других видов минерального топлива — это именно то, что человечеству точно не угрожает.

С другой стороны, не стоит опасаться и падения котировок нефти до 20 долл. за баррель и ниже. Как показывает история добычи угля, снижение доли в энергобалансе планеты не привело к обвалу цены, а вылилось исключительно в сокращение инвестиций и падение темпов добычи — схожая картина в условиях роста возобновляемой энергетики сложится и на рынке нефти. Настоящий отказ человечества от всего минерального топлива если и начнется, то лишь через несколько десятилетий, причем ценовые данные заблаговременно предупредят нас об этом. ЭС

ПЭС 17169 / 12.12.2017

Примечание

1. Рассмотрение причин цикличности выходит за пределы настоящей статьи.



Источники

1. Медоуз Д.Х., Рандерс Й, Медоуз Д.Л. Пределы роста: 30 лет спустя / Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016.
2. Campbell C.J., Laherrère J. H. The end of cheap oil. Scientific American, March 1998. Pp. 78–83.
3. Сидорович В. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. М.: Альпина Паблишер, 2015.
4. Pande A., Hasanov F., Cherif R. Riding the energy transition: Oil beyond 2040. IMF Working Paper. No. 17/120. 2017.
5. US Bureau of the Census. Historical statistics of the United States: Colonial times to 1970. Washington, D.C., US Bureau of the Census, 1975.
6. Dvir E., Rogoff K.S. Three epochs of oil. NBER Working Paper No. 14927, 2009.
7. Hubbert M.K. Nuclear energy and the fossil fuels. Shell Development Company Publication. No. 95. 1956.
8. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: Избранные труды. М.: Экономика, 2002.
9. Капица С.П. Парадоксы роста: Законы глобального развития человечества. М.: Альпина нон-фикшн, 2013.

5. US *Bureau of the Census*. *Historical statistics of the United States: Colonial times to 1970*. Washington, D.C., US Bureau of the Census, 1975.
6. Dvir E., Rogoff K.S. Three epochs of oil. NBER *Working Paper*, no. 14927, 2009.
7. Hubbert M.K. Nuclear energy and the fossil fuels. *Shell Development Company Publication*, no. 95, 1956.
8. Kondrat'ev N.D. *Bol'shie tsikly kon"yunktury i teoriya predvideniya: Izbrannye Trudy* [Long Cycles of Conjuncture and the Theory of Foresight: Selected Works]. Moscow, Ekonomika, 2002.
9. Kapitsa S.P. *Paradoksy rosta: Zakony global'nogo razvitiya chelovechestva* [Paradoxes of Growth: The Laws of the Global Development of Humanity]. Moscow, Al'pina non-fikshn, 2013.