

Влияние повышения тарифов на природный газ и электроэнергию на отрасли российской экономики

Катышев П.К., Пересецкий А.А., Чернавский С.Я., (ЦЭМИ), Эйсмонт О.А. (РЭШ)

Введение

В электроэнергетике и газовой отрасли не действуют еще рыночные механизмы, с помощью которых общество могло бы *измерять* цены природного газа и электроэнергии. Обществу для организации отношений между производителями энергоресурсов, а также между производителями энергии, с одной стороны, и потребителями энергии – с другой, приходится вместо рыночных механизмов прибегать к регулированию цен газа и электроэнергии

Вся полнота ответственности за правильность установления цен электроэнергии и природного газа ложится на государственные органы, которые, принимая решения об уровнях цен, влияют на финансовое состояние практически всех экономических агентов и экономики в целом. Существует точка зрения, согласно которой даже значительный рост цен на природный газ и электроэнергию не является критическим. Однако распространено и прямо противоположное мнение, что рост внутренних цен природного газа и электроэнергии недопустим, поскольку большая часть российских производителей товаров и услуг (особенно в перерабатывающих отраслях) обладает небольшим потенциалом конкурентоспособности по сравнению с зарубежными производителями¹, и позиции отечественных производителей при росте внутренних цен природного газа и электроэнергии ухудшатся как на внешних, так и на внутренних рынках.

Противоречивость распространенных взглядов на проблему уровней цен природного газа и электроэнергии в какой-то мере объясняет, почему государственные органы и работающие в них люди ощущают большой риск принятия ошибочных решений. Для регулирующих органов весьма значимой является оценка угрозы того, насколько даже небольшой рост цен природного газа и электроэнергии может вызвать нежелательные последствия для российских производителей, населения, экономики в целом. Риск решений может быть снижен благодаря тщательному анализу взаимосвязей между регулируемыми ценами природного газа и электроэнергии и ценами других продуктов.

Первоочередными объектами исследования являются непосредственные потребители природного газа, финансовое и экономическое положение которых наиболее чувствительно к ценам природного газа. Электроэнергетика входит в их число, так как топливная составляющая затрат на производство электроэнергии на основных электростанциях, производящих в России электроэнергию, - электростанциях на органическом топливе весьма значительна. Если цена электроэнергии эластична по цене

¹ Причины этого состояния российских производителей хорошо известны: это и климатический фактор, приводящий к большей теплоемкости отечественных товаров, и технологическая отсталость многих предприятий гражданского сектора промышленности, и отставание в качестве менеджмента предприятий и действие некоторых других факторов, большая часть которых сформировалась еще в период функционирования централизованной распределительной экономики.

природного газа, то в число приоритетных объектов необходимо включить и те экономические агенты, финансовое и экономическое положение которых наиболее чувствительно к цене электроэнергии.

Поскольку параметры, влияние которых исследуется в данной работе, это цены электроэнергии и природного газа, рассмотрим фактические данные о динамике этих цен в России за последние годы.

Динамика реальных цен природного газа и электроэнергии

В целом, по характеру изменения цен природного газа и электроэнергии период 1991-2003 годов можно разделить на два периода: (1) до августа 1998 года и (2) после августа 1998 года. В первом периоде темпы роста цен природного газа и электроэнергии опережали темпы роста цен промышленности и потребительских товаров (рисунок 1).

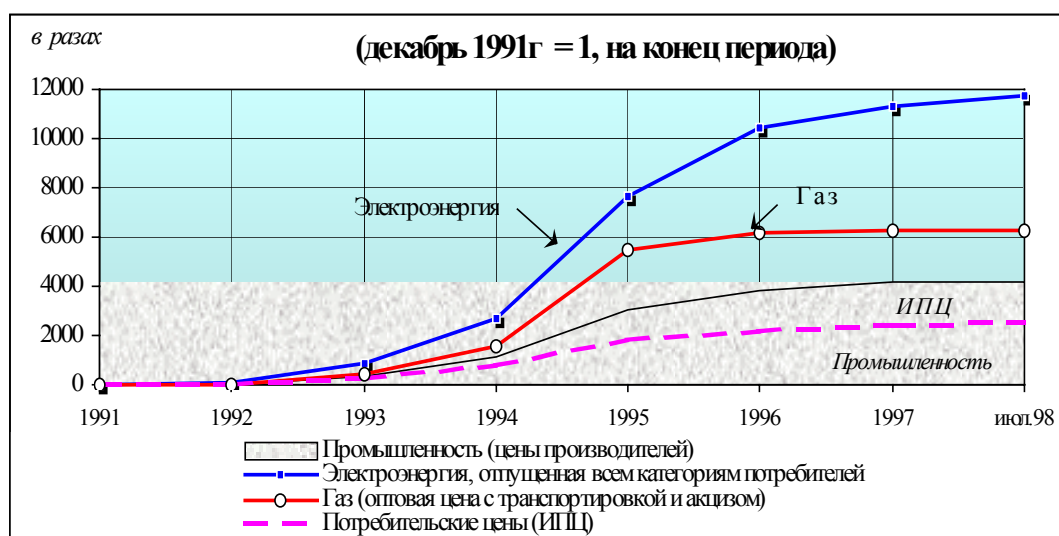


Рисунок 1. Динамика цен на газ и тарифов на электроэнергию, 1992 – июль 1998 гг.

Особенно значительный темп роста тарифов на электроэнергию и цен на природный газ наблюдался в 1993 – 1995 годах. В результате по данным Госкомстата России за 1993-1995 годы цены в электроэнергетике выросли в 133 раза, цены на газ – в 211 раз (по данным ОАО «Газпром») при повышении цен в промышленности в 91 раз. Постоянные повышения цен и тарифов были источником для сохранения высоких инфляционных ожиданий потребителей электроэнергии и природного газа.

Оценивая динамику цен и тарифов в период 1993-1995 годов, т.е. до появления закона о естественных монополиях, приходится констатировать, что институты регулирования цен на электроэнергию и природный газ, оказались недостаточными и неэффективными. Прежде всего, не хватало регламентов работы энергетических комиссий.

В период с октября 1996 по июль 1998 год ценовая политика по отношению к РАО «ЕЭС России» и ОАО «Газпром» стала различаться. Тарифы на электроэнергию продолжали расти, хотя и меньшим темпом, чем в предыдущие годы, в то время как цены на природный газ были заморожены. Политика в отношении газовой отрасли была обусловлена тем, что она получала значительные финансовые ресурсы от экспорта

природного газа, так и тем, что еще до октября 1996 года газовая отрасль за счет более высоких темпов роста цен (а к июлю 1998 года текущая цена природного газа была выше текущей цены декабря 1991 года примерно в 6000 раз) сумела аккумулировать у себя значительные финансовые ресурсы, часть из которых они имели в денежной форме, а часть в виде дебиторской задолженности газопотребляющих секторов экономики, и, прежде всего, производителей электроэнергии и тепла. Финансовые ресурсы от экспорта газа позволяли ОАО «Газпром» поддерживать высокий уровень задолженности своих дебиторов, в частности, со стороны АО-энерго, использующих природный газ для производства электроэнергии и тепла.

Темп роста средних тарифов на электроэнергию был выше темпов роста цен на газ. К июлю 1998 года, как показывают фактические данные, цена электроэнергии в текущих ценах была выше цен декабря 1991 года в 12000 раз, в то время как цены производителей в промышленности в 4000 раз, а потребительские цены примерно в 2500 раз. Таким образом, в 1993-1998 годах финансовая нагрузка электроэнергетики и газовой отрасли на другие отрасли экономики росла.

В период с сентября 1996 года по ноябрь 1999 года цены на газ были заморожены, несмотря на то, что в результате последствий августовского финансово-экономического кризиса 1998 года годовой уровень инфляции в 1998 году составил 84.4 %, а в 1999 году – 36.5 %.

Период «замораживания» цен оказал свое положительное воздействие на экономику потребителей энергоресурсов, однако, с другой стороны, создал серьезные искажения в системе относительных цен. Энергоемкость национального производства в этот период продолжала расти, неверные ценовые сигналы институционализировались в виде восприятия потребителями существующих относительно низких цен на электроэнергию и газ как разумного уровня, а недофинансирование капитальных расходов усугубило износ основных производственных средств в электроэнергетике и газовой отрасли. В результате этого отрасли вынуждены вступать в фазу структурных реформ в условиях дефицита средств и перспектив возможного роста цен на их продукцию.

С 1999 года цены на электроэнергию и газ начали повышаться (рисунок 2), однако в течение предыдущего периода цены настолько утратили связь с издержками поставщиков, что индексация в течение 1999-2001 годов не решила практически никаких серьезных проблем ценового регулирования (накопленный дефицит инвестиций, неверные ценовые сигналы). Свою роль сыграло и отсутствие в течение всего рассматриваемого периода отдельного первичного учета издержек по естественно-монопольным и потенциально конкурентным видам деятельности и отдельного ценообразования в этих сферах. К реальному контролю бюджетов субъектов естественных монополий удалось подойти только, начиная с 2002 года.

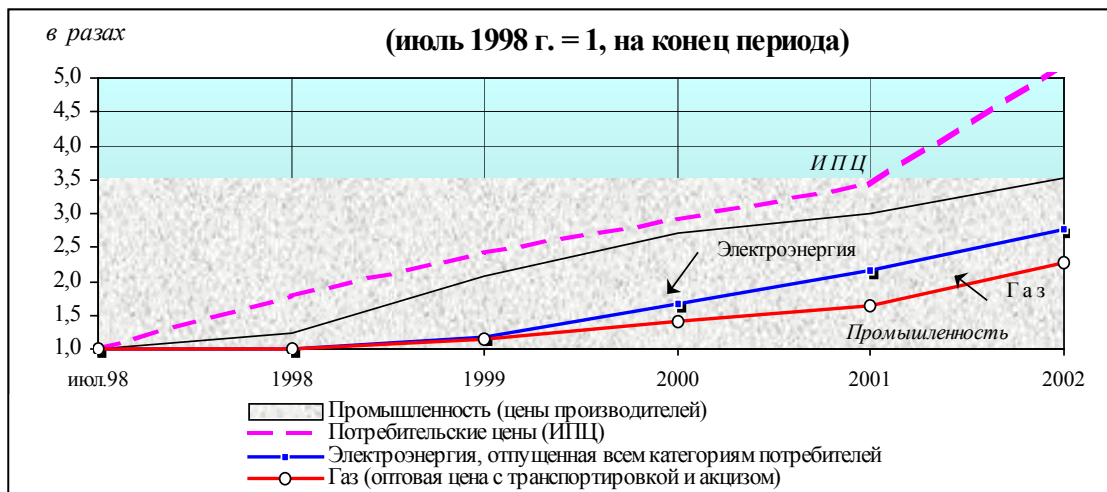


Рисунок 2. Динамика цен на газ и тарифов на электроэнергию, август 1998 - 2002 годов

Таким образом, в течение всего второго периода возрастало давление со стороны газодобывающих компаний и РАО «ЕЭС России» на регулятора с тем, чтобы он повысил цены природного газа и электроэнергии. К этому прибавилось также требование со стороны Европейского Союза повысить внутренние российские цены природного газа.

Чтобы снизить риск принимаемых решений регулятора по тарифам, необходимо выполнить эмпирические исследования, результатом которых были бы оценки эластичности спроса на природный газ и электроэнергию по ценам природного газа и электроэнергии, а также эластичности цен производимой продукции по ценам природного газа и электроэнергии.

Оценка эластичности спроса на природный газ по его цене со стороны обрабатывающей промышленности, производства цемента и азотных удобрений

Вероятно, первые эмпирические оценки эластичностей спроса на газ по цене и доходу были получены Т. Balestra и М. Nerlove [Balestra, Nerlove 1966] для 36 штатов США на периоде наблюдений, охватывающем 1957-1962 годы, т.е. еще при сравнительно дешевой энергии по сравнению с другими факторами производства.

За рубежом эконометрическому измерению реакций потребителей газа на его цену стало придаваться большее значение после того, как два кризиса мировой энергетики привели к росту цен на газ в основных развитых газопотребляющих странах, а движение по защите окружающей среды способствовало росту значимости природного газа в экономике.

В различных секторах экономики стали проводиться широкомасштабные измерения потребления газа потребителями, а также работа по организации сбора и обработки статистических данных. Соответственно для различных секторов экономики

стали эмпирически измерять эластичности спроса на природный газ (см. например, [Beierlein et. al. 1981], [Blattenberger et. al. 1983], [Al-Sahlawi 1983]).

Наиболее исследованными оказались экономики США и стран OECD. Что касается секторов экономики, то, большая часть эмпирических оценок были выполнены для коммерческого сектора экономики (commercial sector), домашних хозяйств (residential sector), промышленности в целом, а также некоторых отраслей: химии, металлургии, обрабатывающей промышленности.

Сопоставление значений измеренных эластичностей спроса на газ показывает, что универсальной для всех стран и экономических условий реакции потребителей на изменение цены газа не существует. Даже однотипные потребители в разных странах и при разных экономических условиях могут реагировать на изменение цен на газ по-разному. Таким образом, использование значений эластичностей спроса на природный газ, полученных за рубежом, для российских условий если и возможно, то только в случае, когда нет альтернативы эмпирическому измерению.

1.1. Основная модель для оценки эластичности спроса на газ со стороны отрасли

С экономической точки зрения отрасль может быть описана либо как некоторая производственная функция, устанавливающая соответствие между выпуском отрасли и используемыми в процессе производства факторами (трудом, капиталом, энергией и т.п.), либо как функция издержек, устанавливающая зависимость издержек от выпуска отрасли и цен используемых производственных факторов. В соответствии с принципом двойственности каждой производственной функции соответствует функция издержек и наоборот.

Будем предполагать, что поведение отрасли рационально, т.е. отрасль выбирает такой набор факторов производства, при котором она в зависимости от своих целей и условий либо максимизирует прибыль, либо минимизирует производственные издержки. Для оценки функции спроса на природный газ используем функцию издержек типа Кобба-Дугласа:

$$\ln C = A + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln P_i + \gamma_Y \ln Y$$

где P_i - цена i -го производственного фактора, Y - объем выпуска производимого отраслью продукта, A - константа, а α_i , γ_Y – коэффициенты.

Связь между функцией спроса и факторами производства определяется согласно лемме Шепарда:

$$X_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}$$

где X_i - спрос на i – ый фактор производства.

Долгосрочная функция спроса на природный газ, G_t^* , имеет вид:

$$\ln G_t^* = \ln \alpha_o + \sum_{i=1}^n \gamma_i \ln P_i + \gamma_Y \ln Y$$

где γ_Y - долгосрочная эластичность спроса на природный газ по выпуску исследуемой отрасли; γ_i - эластичность спроса на природный газ по ценам соответствующих факторов производства, в т.ч. краткосрочные эластичности спроса на природный газ по цене природного газа, мазута и угля определяются выражениями:

$$\gamma_G = -(1 - \alpha_G)$$

$$\gamma_M = \alpha_M$$

$$\gamma_C = \alpha_C$$

После некоторых преобразований, учета постепенности адаптации отрасли к изменением с помощью модели Койка, а также учета сезонных факторов уравнение для оценивания получено в виде

$$\ln G_t = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln P_{it} + \gamma \ln Y_t + \beta_0 \ln G_{t-1} + \delta_1 Q_1 + \delta_2 Q_2 + \delta_3 Q_3 + \delta_4 Q_4 \quad (1)$$

где G_t - фактический спрос на природный газ в момент времени t, а Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 - фиктивные переменные, учитывающие неравномерность соответственно в первом, втором, третьем и четвертом кварталах года.

Для получения эластичностей спроса на природный газ оцениваются коэффициенты β_i, β_0 в уравнении (1).

1.2. Обрабатывающая промышленность

Под обрабатывающей промышленностью понималась вся промышленность за исключением топливной, нефтяной и нефтеперерабатывающей, газовой, угольной промышленности и электроэнергетики.

Обрабатывающая промышленность включает в себя предприятия, существенно отличающиеся друг от друга по технологиям, номенклатуре используемого сырья и производимых товаров, что затрудняет интегрирование факторов производства в значение обобщающих значений таких факторов производства, как стоимость капитала и труда. Основные фонды, которые были введены в обрабатывающей промышленности России, были построены до периода наблюдений за счет ресурсов всего общества в тот период, когда рыночной экономики не было. Поэтому решения о замещении природного газа не зависели от стоимости капитала. Также эти решения практически не зависели от стоимости труда. Поэтому ценовые факторы, которые учитывались при измерении эластичностей спроса на газ, - это цены основных используемых в данном секторе видов топлива: природного газа, мазута и угля. Предполагалось, что предприятия реагируют на изменение цен на газ с помощью замены газа мазутом или углем, а также изменением выпуска продукции.

Использовались следующие данные:

- квартальные данные по потреблению природного газа обрабатывающей промышленностью за период с января 1995 года по декабрь 2000 года;

- месячные данные Госкомстата за январь 1996 года по декабрь 2000 года по ценам газа, мазута и угля. На основании имеющихся временных рядов цен каждый ряд цен был индексирован к цене данного топлива в январе 1994 года, а полученный ряд индексов цен был дефлирован по индексу потребительских цен;

- месячные индексы физического объема промышленного производства обрабатывающей промышленности за период с января 1996 года по декабрь 2000 года.

В процессе статистического оценивания функции спроса на природный газ со стороны обрабатывающей промышленности было учтено влияние кризиса 1998 года на поведение экономических агентов, а также был сделан дополнительный анализ корреляции между ценами природного газа, мазута и угля и исключены коррелирующие переменные.

В результате функция спроса получена в виде:

$$\begin{aligned} \ln G_t = & 0.64Q_1 + 0.20Q_2 - 0.06Q_3 + 0.53Q_4 + 0.22 \ln G_{t-1} + 0.93 \ln P_C + \\ & (5.34) \quad (4.91) \quad (1.60) \quad (11.11) \quad (2.42) \quad (6.32) \end{aligned} \quad (2)$$
$$+ 1.69 \ln Y + 0.37 A98$$
$$(8.53) \quad (4.12)$$

$$R_{adj}^2 = 0.83$$

Следует отметить, что полученная функция отражает динамику постепенного перехода от нерыночных инструментов принятия решений к рыночным, что нашло свое отражение в получении статистически значимого коэффициента при переменной A98.

Согласно (2) и краткосрочная, и долгосрочная эластичности спроса на газ по его цене оказались статистически неотличимыми от нуля.

Итак, в результате эконометрического анализа не удалось установить статистически значимую зависимость потребления газа от его цены для обрабатывающей промышленности.

Анализ возможных причин этого результата показал, что основная причина статистически не отличимой от нуля эластичности спроса на природный газ по его цене в обрабатывающей промышленности - очень низкая цена природного газа.

1.3. Производство цемента

Были рассмотрены основные заводы страны по производству цемента, на которых число рабочих превышало 15 человек.

Предприятия, выпускающие цемент, работают в 23 российских регионах. Использованы данные по 11 регионам России², для которых и было произведено эмпирическое оценивание на временном отрезке с первого квартала 2000 года по второй квартал 2002 года (10 кварталов для 11 регионов).

² Белгородская, Брянская, Волгоградская, Липецкая, Московская, Новосибирская, Саратовская, Свердловская, Ульяновская, Челябинская области и Краснодарский край.

Использовались квартальные данные о производстве цемента и потреблении газа. В качестве объясняющих переменных использовались цены природного газа, прочих видов топлива, электроэнергии, а также объем производства цемента.

Данные были представлены в панельном виде: по каждому региону даны временные ряды соответствующих показателей. Это позволяет строить более гибкие и адекватные модели по сравнению с ситуацией, когда имеется лишь объединенный набор показателей без разбивки по кварталам и регионам. В частности, панельные данные позволяют оценивать влияние факторов с учетом возможных индивидуальных различий между регионами. Соответствующие модели требуют применения более сложных, чем метод наименьших квадратов, процедур оценивания и использования современных компьютерных эконометрических пакетов.

Для оценки краткосрочной эластичности рассматривалась следующая модель:

$$\ln G_{jt} = \alpha + \beta_G \ln P_{Gjt} + \beta_E \ln P_{Ejt} + \gamma \ln Y_{jt} + \beta_o \ln G_{j,t-1} + e_{jt} + u_j \quad (3)$$

где $j = 1, 2, \dots, 11$ – номер региона, $t = 1, 2, \dots, 10$ – номер квартала, P_G – цена природного газа, P_E – цена электроэнергии, а e_{jt} – независимые ошибки («белый шум»). Величина u_j отражает инвариантную по времени специфику региона (индивидуальный эффект).

Для оценивания коэффициентов регрессионного уравнения (3) были применены две модели панельных данных – модель с фиксированным эффектом и модель со случайным эффектом. В первой индивидуальный эффект u_j предполагается не случайным, а во второй величина u_j считается выборкой значений некоторой случайной величины и с нормальным распределением.

Применение теста Хаусмана, позволяющего проверить правильность спецификации модели, показало, что модель со случайным эффектом не является достаточно адекватной, и ее следует отвергнуть в пользу модели с фиксированным эффектом. Этот результат согласуется и с содержательным пониманием различия между моделями. Как правило, когда речь идет о таких крупных экономических единицах, как регионы, индивидуальные различия между ними обусловлены наличием постоянно действующих социально-экономических факторов. Это определило выбор в пользу модели с фиксированным эффектом, которая дала следующий результат:

$$\ln G_{jt} = -6.62 + 0.49 \ln P_{Gjt} - 0.38 \ln P_{Ejt} + 0.53 \ln Y_{jt} + 0.42 \ln G_{j,t-1} \quad (4)$$

(-1.96) (1.24) (-0.99) (4.14) (4.46)

F – test что все $u_i = 0$ {случайный эффект} $F(10,84) = 2.07$

Вероятность $> F = 0.036$

Тест Хаусмана (F-тест), который проверяет наличие или отсутствие статистически значимого фиксированного эффекта (индивидуального различия между регионами) подтвердил значимость индивидуального (регионального) эффекта.

Таким образом, функция (4) оказалась адекватной реальным данным. Как коэффициент при цене газа, так и коэффициент при цене электроэнергии статистически незначимо отличаются от нуля. Следовательно, краткосрочная эластичность спроса на природный газ при производстве цемента по цене газа практически равна нулю. То же относится и к краткосрочной эластичности спроса на газ при производстве цемента по цене электроэнергии.

Причиной низкой эластичности спроса на природный газ по его цене является, как и в случае обрабатывающей промышленности, низкая цена природного газа. Альтернативным объяснением полученного результата могла бы быть технологическая жесткость связи между производством цемента и спросом на природный газ. Если бы эта гипотеза была справедлива, то коэффициент при запаздывающей переменной G_{t-1} был бы статистически незначимым. Однако, согласно (4) эта переменная оказалась существенной для формирования спроса на природный газ. Это означает, что предприятия по производству цемента с течением времени могут замещать природный газ другими факторами производства, что противоречит гипотезе о наличии жесткой зависимости между выпуском цемента и спросом на природный газ.

Полученный вывод не изменяется при исключении из модели других показателей, таких, как объем выпуска цемента и цена электроэнергии.

1.4. Производство азотных удобрений

В СССР в период разработки программ по развитию сельского хозяйства страны особое внимание было обращено на необходимость активизации факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с этим была построена мощная промышленность по производству минеральных удобрений, в том числе, азотных. Позже оказалось, что уровень спроса российского сельского хозяйства на азотные удобрения намного ниже того, что могут обеспечить построенные отечественные заводы.

В то же время спрос на азотные удобрения на мировых рынках довольно высок, поскольку интенсивное сельское хозяйство требует большого количества удобрений. Цены на мировом рынке азотных удобрений значительно выше, чем цены на внутренних рынках (где основные потребители - отечественные сельскохозяйственные предприятия). В результате, примерно 80 % производимых в стране азотных удобрений продается на внешних рынках и только 20 % - на внутренних. Как утверждает большинство производителей азотных удобрений, платежеспособный спрос на внутренних рынках столь низок, что приходится прибегать как к перекрестному субсидированию внутреннего рынка за счет выручки от продаж на внешних рынках, так и к государственным субсидиям. Из этого краткого анализа ясно, что поддержание низкого уровня издержек в этой отрасли – важная задача.

Примерно 80 % товарной продукции предприятий, производящих азотные удобрения, приходится на аммиак, аммиачную селитру и карбамид. При этом аммиак производится как для реализации на рынке, так и для переработки на тех же предприятиях в аммиачную селитру и карбамид. Учетная политика на предприятиях предусматривает учет расхода природного газа и электроэнергии на каждый вид указанных продуктов.

По характеру спроса на природный газ производство азотных удобрений отличается от других отраслей. Это связано с тем, что технологически потребление природного газа G и производство азотных удобрений F весьма жестко связаны между

собой. В природном газе много водорода (его химическая формула CH_4), который необходим для производства аммиака (NH_3) и его производных, из которых изготавливают азотные удобрения.

Таким образом, при производстве азотных удобрений практически отсутствуют возможности замещения природного газа другими факторами производства. Из этого следует, что эластичность выпуска азотных удобрений по отношению к потреблению природного газа должна быть близка к 1 (с точностью до эффекта снижения издержек в зависимости от масштаба производства), что, в свою очередь, приводит к тому, что теоретически ценовая эластичность спроса на природный газ в производстве азотных удобрений должна быть близка к нулю. Чтобы убедиться в этом следует обратиться к фактическим данным о цене газа и его потреблении в отрасли. Поскольку технология производства азотных удобрений на базе природного газа в стране практически одинакова, достаточно было рассмотреть одно предприятие. Для оценивания были использованы данные по двум крупным предприятиям, что повысило надежность эмпирических измерений по сравнению с анализом только одного предприятия. Эти предприятия были условно обозначены, как А и Б.

Расчеты были выполнены по фактическим месячным данным о производстве аммиака, аммиачной селитры и карбамида в период с января 2000 года по январь 2003 года. Были использованы следующие наборы месячных показателей:

- производство аммиака, аммиачной селитры и карбамида;
- потребление природного газа по каждому произведенному виду продукта;
- потребление электроэнергии на каждый вид произведенного продукта;
- цены природного газа на предприятии;
- цены электроэнергии на предприятии;
- индексы цен производителей, которые были использованы для приведения цен на природный газ и электроэнергию к сопоставимому виду.

Эластичности спроса на газ по цене и выпуску продукции оценивались с помощью модели:

$$\ln G_t = \alpha + \beta_G \ln P_{Gt} + \beta_E \ln P_{Et} + \gamma \ln Y_t + \beta_0 \ln G_{t-1}$$

где P_G и P_E – соответственно цены природного газа и электроэнергии, α , β_G , β_E , γ , β_0 – оцениваемые параметры.

В результате оценивания получены следующие функции, описывающие спрос на газ со стороны предприятий А и Б:

$$\ln G_t = 1.05 + 0.0002 \ln P_G + 0.77 \ln Y$$

(3.28) (0.004) (55.3)

$$R_{adj}^2 = 0.98$$

$$\ln G_t = 0.98 + 0.0002 \ln P_G + 0.77 \ln Y$$

(3.56) (0.004) (55.3)

$$R_{adj}^2 = 0.95$$

Таким образом, для производства аммиака были получены следующие статистически значимые результаты: ценовые эластичности спроса на природный газ статистически неотличимы от нуля, а эластичность спроса на газ по производству аммиака равна 0.77. Статистическими измерениями подтверждено, что спрос на природный газ жестко связан с выпуском аммиака. Несущественность переменной G_{t-1} показывает, что при производстве аммиака с течением времени не происходит замещения природного газа другими факторами производства. Это указывает на то, что нулевая эластичность спроса на природный газ при производстве аммиака объясняется не низкой ценой природного газа, а технологической жесткостью связи выпуска и спроса на природный газ.

Аналогичный результат был получен и для функции спроса на газ со стороны производства аммиачной селитры.

Оценка влияния цен природного газа на цену электроэнергии на российском оптовом рынке

Для повышения эффективности работы электроэнергетики и создания условий, когда рыночная власть отдельного экономического агента на рынке электроэнергии минимизируется, существующая структура экономических агентов, действующих в российской электроэнергетике будет перестроена. Создается новая конфигурация самостоятельных экономических агентов для обеспечения формирования конкурентной цены электроэнергии.

Согласно экономической теории при совершенной конкуренции на рынке рыночная цена, т.е. цена равновесия на рынке, равна максимальным предельным издержкам компаний, поставляющим электроэнергию на рынок. Как известно, наиболее высокие предельные издержки на оптовом российском рынке электроэнергии имеют компании, которые производят электроэнергию на органическом топливе. Таким образом, для определения равновесных цен на оптовом конкурентном рынке электроэнергии необходимо знать функцию предельных издержек компаний, производящих электроэнергию на органическом топливе. Для оценки влияния цен природного газа на рыночную цену электроэнергии, необходимо получить такой вид функции предельных издержек производства электроэнергии, в котором цена природного газа была одним из ее аргументов.

Для решения этой задачи исследовалось не планируемое или предполагаемое, а реальное, фактическое, поведение экономических агентов. Иначе говоря, функция предельных издержек производства электроэнергии в России компаниями, сжигающими органическое топливо, определялась по результатам статистического оценивания реального поведения российских энергетических компаний.

1.5. Модель поведения

Специфика рынка электроэнергии заключается в том, что компании должны произвести электроэнергии ровно столько, сколько будет потреблено, так как создавать запасы электроэнергии невозможно. Исходя из этого, для управления электроэнергетической системой необходимо наличие системного оператора, который и определяет уровень загрузки генерирующих компаний. Таким образом, электрогенерирующие компании функционируют в условиях, когда им задается уровень выпуска продукции (электрическая мощность). Поэтому экономические агенты действуют так, чтобы минимизировать издержки производства электроэнергии. В самом общем виде функцию издержек можно представить следующим образом:

$$C = F(Y, P)$$

где P – вектор цен факторов производства, Y – объем производства электроэнергии. Для экономического анализа удобно представить функцию издержек в логарифмической форме

$$\ln C = f(\ln Y, \ln P)$$

Разлагая эту функцию в ряд Тэйлора и сохраняя квадратичные члены для учета издержек в зависимости от масштаба, получаем транслогарифмическую функцию (5):

$$\ln C = A + B \cdot \ln Y + \frac{1}{2} \cdot D (\ln Y)^2 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \cdot \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \cdot \ln P_i \cdot \ln P_j + \sum_i \alpha_{Yi} \cdot \ln Y \cdot \ln P_i \quad (5)$$

где C – суммарные издержки, Y – выпуск³, P_i – цены факторов производства (топливо, труд, капитал, материалы и пр.), $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$.

В качестве объектов при оценке функции издержек в работе рассматривались АО-энерго, входящие в состав холдинга РАО «ЕЭС России». Иногда предлагается изучать функции издержек при производстве электроэнергии на примере отдельных электростанций. Однако выбор электростанций в качестве объекта исследований едва ли оправдан, так как в реальности решения о выборе топлива, числа занятых, расходах на топливо, рабочую силу, сырье и материалы и т.д. принимаются на уровне электроэнергетических компаний, а не отдельных электростанций. Выбор электростанций в качестве объектов исследования для оценки функции издержек может быть оправдан

³ В нашей задаче выпуск – это производство электроэнергии.

лишь в случае, если электростанции являются самостоятельными экономическими субъектами.

Для оценки функции издержек в работе использовались данные за 2001 год о производстве электроэнергии, потреблении топлива, числу рабочих, расходах на топливо и рабочую силу по 56 из 74 существующих российских АО-энерго РАО ЕЭС. Для изучения и анализа была доступна следующая информация: производство и отпуск электроэнергии; число работников в АО-энерго; расход топлива, цены различных видов топлива, суммарные затраты, составляющие затрат: на материалы и сырье, на топливо, нефтепродукты, на топлива по видам, на оплату труда.

Довольно серьезная проблема, с которой пришлось столкнуться, включение фактора капитала - при расчете стоимости капитала в нашем случае очень сложно подобрать соответствующие данные. Подавляющее большинство электростанций в АО-энерго строились в условиях плановой экономики, поэтому определение рыночной цены капитала в настоящее время затруднительно. Этому способствует и также и неразвитость российского фондового рынка. Поэтому в качестве цены капитала использовались удельные (на единицу установленной мощности) затраты АО-энерго на сырье и материалы. При этом с помощью специальной модели, оцененной эконометрически издержки были очищены от затрат, связанных с эксплуатацией и ремонтом электрических сетей.

В результате оценивания данных по производству электроэнергии была получена следующая функция издержек (величины в скобках – значения t- статистик):

$$\begin{aligned} \ln C - \ln P_K = & 0,33 + 0,71 \ln Y + 0,37 (\ln P_G - \ln P_K) + 0,12 (\ln P_O - \ln P_K) + \\ & (1,06) \quad (26,7) \quad (12,8) \quad (4,47) \quad (6) \\ & + 0,28 (\ln P_L - \ln P_K) \\ & (9,65) \end{aligned}$$

$$R_{adj}^2 = 0,97$$

Значения t-статистик при всех факторах модели больше 2, что говорит о статистической значимости переменных функции издержек.

Поскольку рассматриваемый рынок электроэнергии конкурентный, равновесная цена электроэнергии определяется предельными издержками ее производства, т.е. для равновесной цены электроэнергии, P_E , справедлива формула:

$$P_E = B e^A Y^{B-1} \prod_i P_i^{\alpha_i} \quad (7)$$

В соответствии с (16) и (17) эластичность цены электроэнергии по цене природного газа равна 0.37, т.е. при повышении цены природного газа на 1 % равновесная цена электроэнергии повышается на 0.37 %.

Оценка влияния цен электроэнергии на цены продукции сельского хозяйства на внутреннем рынке

Сельское хозяйство России – один из наиболее субсидируемых государством секторов экономики. Предстоящие реформы российской электроэнергетики, создающие возможность повышения цен электроэнергии, и наблюдаемое в последние годы повышение тарифов на природный газ повлияют не только на финансовое положение сельскохозяйственных предприятий, но увеличат запросы с их стороны к государству в отношении предоставления дополнительных субсидий. Все это увеличивает вероятность роста цен сельскохозяйственной продукции на рынке.

Рост цен сельскохозяйственной продукции – важный политический фактор. Кроме того, нельзя забывать, что большие группы населения получают доходы, не обеспечивающие им прожиточный минимум, поэтому для этих групп рост рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию может оказаться совершенно неприемлемым, что дополнительно увеличивает риск решений о ценах природного газа и электроэнергии для государственных органов, разрабатывающих такие решения.

1.6. Модель сельскохозяйственного производства

Сформируем, прежде всего, то множество факторов, которые априорно, т.е. до оценки, могут влиять на сельскохозяйственное производство. Среди таких факторов – величина посевных площадей (sq), количество (udobr_q) используемых удобрений, количество занятых в сельскохозяйственном производстве (labor), количество дизельного топлива (dizel_q), бензина (gasol_q), электроэнергии (elekt_q), место расположения сельскохозяйственных предприятий (number), климатические, почвенные и погодные характеристики. Именно эти факторы являются основой для построения априорной модели сельскохозяйственного производства.

Для его эконометрического анализа возможны два подхода: (а) оценка производственной функции, б) оценка функции издержек. Выбор между ними зависит от условий функционирования сельскохозяйственных предприятий. Оценка производственной функции целесообразна в том случае, когда предприятие стремится к максимизации своей прибыли в условиях отсутствия ограничений на выпуск продукции. Оценка функции издержек эффективна, когда есть ограничения на уровень выпуск (например, существование относительно долгосрочных договоров на поставку продукции).

Оценим модель поведения, цель которого минимизировать издержки производства.

Если цель сельскохозяйственного предприятия заключается в минимизации издержек, то экономическое поведение предприятия формулируется следующим образом:

$$\text{найти} \quad C = \min \sum_i P_i x_i \quad (8)$$

$$\text{при условии} \quad Y = A \prod_i x_i^{\alpha_i} \quad (9)$$

Решение задачи (8) при условии (9), которое в силу громоздкости вывода здесь не приводится, имеет вид:

$$C = r \left(\prod_i \alpha_i^{\alpha_i} S^\lambda \right)^{-\frac{1}{r}} Y^{\frac{1}{r}} \prod_i P_i^{\frac{\alpha_i}{r}}$$

(10)

$$r = \sum_i \alpha_i \quad (11)$$

где

S – величина посевных площадей.

Формула (10) при условии (11) представляет собой искомую формулу издержек сельскохозяйственных предприятий в зависимости от цен электроэнергии и значений других факторов.

Уточним содержание полученной формулы (10). Хотя посевная площадь является важным фактором производства в сельском хозяйстве, она не является управляющей переменной при выборе экономической стратегии поведения сельскохозяйственного предприятия, так как в России не существует развитого рынка земли. Наблюдаемое сокращение посевных площадей является следствием перевода сельскохозяйственных земель в несельскохозяйственные, например, под жилую и промышленную застройку.

Еще одним важным фактором сельскохозяйственного производства является качество земли. К сожалению, отсутствие рынка земли не позволяет иметь эмпирически измеренных оценок качества земли. Тем не менее, различия в качестве земли между регионами могут быть учтены при наличии панельных данных, т.е. данных в которых для каждого из регионов даются и временные ряды.

Кроме того, весьма существенным фактором для сельского хозяйства являются климатические, почвенные и погодные условия. Будучи довольно стабильными факторами, климатические и почвенные условия также могут быть учтены, если обрабатываются панельные эмпирические данные. Погода, выражающаяся в количестве осадков, температуре наружного воздуха, также влияет на сельскохозяйственное производство. К сожалению, в данном исследовании панельные данные о температуре и характере осадков отсутствовали, поэтому для учета погоды в качестве переменной функции издержек была использована урожайность (*fert*), панельные данные о которой были собраны.

С учетом сказанного функция издержек (10) в логарифмической форме может быть выражена следующим образом:

$$\ln C = A + \alpha_{fert} fert + \alpha_Y \ln Y + \alpha_{square} \ln \frac{Y}{square} + \sum_i \alpha_i \ln P_i \quad (12)$$

Для эмпирического оценивания функции издержек сельскохозяйственного производства (12) были использованы годовые данные за 1995 – 2002 годы. Всего панельные данные включали 72 региона при 555 наблюдениях.

В каждом регионе по полной совокупности сельскохозяйственных предприятий были использованы следующие характеристики: цены на следующие товары, приобретаемые сельскохозяйственными предприятиями: автомобильный бензин, дизельное топливо, электроэнергия, минеральные удобрения; число и средняя зарплата

занятых на сельскохозяйственных предприятиях; индексы цен реализации сельскохозяйственной продукции; индексы потребительских цен; площади: сельскохозяйственных угодий, пашни, посевные площади всех сельскохозяйственных культур и зерновых культур, используемых землепользователями; урожайность зерновых культур; продукция сельского хозяйства; продукция растениеводства. Данные по количеству приобретенного бензина, дизельного топлива, электроэнергии и минеральных удобрений имелись для выборки, состоящей из 10 % сельскохозяйственных предприятий по каждому региону.

Результаты оценивания представлены ниже.

lzatr_d	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
fert	0,0113	0,0049	2,31	0,021	0,00168	0,02092
lout	0,4018	0,08204	4,90	0,000	0,24064	0,56305
lsal_d	0,4318	0,04907	8,80	0,000	0,33540	0,52825
lp_elekt_d	0,3237	0,04029	8,03	0,000	0,24453	0,40287
lp_udob_d	0,0979	0,04249	2,31	0,022	0,01446	0,18142
_cons	8,6461	0,58996	14,66	0,000	7,48684	9,8053

F-тест, что все $u_i=0$: $F(71, 478) = 12,39$

Вероятность $> F = 0.0000$

Таким образом, в издержках сельского хозяйства статистически значимыми оказались следующие переменные: урожайность, выпуск, количество занятых, цена электроэнергии, цена дизельного топлива и цена минеральных удобрений.

С учетом того, что на конкурентном рынке сельскохозяйственной продукции цены на нее равны предельным издержкам сельскохозяйственных производителей, согласно таблице, приведенной выше искомая краткосрочная эластичность цены продуктов сельского хозяйства по цене электроэнергии оказывается равной 0.32. Полученный результат является пока предварительным, поскольку должна быть проверена и другая гипотеза поведения сельскохозяйственных предприятий – максимизация ими прибыли

Литература

Al-Sahlawi M.A. 1983. The Demand for Natural Gas: A Survey of Price and Income Elasticities. *The Energy Journal*, v. 5, pp. 79-90.

Balestra T. and M. Nerlove 1966. Pooling Cross-Section and Time-Series in the Estimation of a Dynamic Model: The Demand for Natural Gas. *Econometrica* 34 (3) (July).

Beierlein J.G., J.Dunn, J.C. McConnon 1981. The Demand for Electricity and Natural Gas in the Northeastern United States. *The Review of Economics and Statistics*, v. 64, pp. 403-408.

Blattenberger G.R., L.D. Taylor, R.K. Rennhack 1983. Natural Gas Availability and the Residential Demand for Energy. *The Energy Journal*, v. 4, pp. 23-45.