

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПАНИЙ НА ФОРВАРДНОМ И СПОТОВОМ РЫНКАХ И СТИМУЛЫ К ПОДДЕРЖАНИЮ МОЛЧАЛИВОГО СГОВОРА<sup>1</sup>

---

## Введение

В результате реформ российский оптовый рынок электроэнергетики имеет двухэтапную структуру – на нем сосуществуют спотовый и форвардный рынки. Если эта структура создаст для участников рынка стимулы к неконкурентному поведению, то дерегулирование электроэнергетики может сопровождаться потерями общественного благосостояния. Цель данной работы состояла в анализе влияния двухэтапной структуры оптового рынка электроэнергии Российской Федерации на стимулы генерирующих компаний к молчаливому сговору на спотовом рынке электроэнергии.

## Двухэтапные рынки и стимулы компаний

Известно, что двухэтапная структура рынка может повышать стимулы к молчаливому сговору. Взаимосвязанные форвардный и спотовый рынки являются контактами компаний на нескольких рынках, чье положительное влия-

---

<sup>1</sup> Работа подготовлена в рамках проекта Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, проект «Активные и защитные методы конкурентной политики: взаимосвязь и взаимодополняемость». Автор выражает глубокую благодарность С. Кондратиеву (Институт экономики и финансов) за предоставленные данные и консультации, Е.В. Савицкой за рецензирование предварительного варианта исследования, а также участникам семинара Института анализа предприятий и рынков (июнь 2009 г.) за высказанные замечания и соображения.

ние на облегчение поддержания сговора показано в работе [The Economics of Tacit Collusion, 2003].

В то же время существуют свидетельства в пользу гипотезы о том, что торговля на рынке контрактов усиливает конкуренцию генерирующих компаний за остаточный спрос на спотовом рынке, снижая цену по сравнению с отсутствием форвардного рынка. В результате возникает ситуация, аналогичная дилемме заключенного, что приводит к снижению цен и увеличению общественного благосостояния, как показано в исследовании [Allaz, Vila, 1993].

## **Модель анализа молчаливого сговора на спотовом рынке электроэнергии**

Анализ основывается на модификации модели из работы [Le Coq, 2004]. В нулевом периоде имеет место заключение форвардных контрактов, действующих в последующие периоды – первый и далее до бесконечности – спотовых торгов. В текущей работе предполагается конкуренция по цене, так как в независимости от того, конкурируют ли продавцы по ценам или по количеству, наличие форвардного рынка расширяет возможности для поддержания молчаливого сговора на спотовом (см. [Liski, Montero, 2006]).

Основные различия между моделью и российским оптовым рынком электроэнергии состоят в следующем:

1) предполагается, что предложение и заключение контрактов происходит один раз, до начала торгов на спотовом рынке, которые продолжаются бесконечно; в действительности же компании могут заключать двусторонние договоры в любой период времени и на любой срок;

2) в модели рассматриваются контракты, объемы поставки по которым предполагается оплачивать по будущим ценам спотового рынка. В контракте оговаривается пороговый уровень цен, при превышении которого ценой спотового рынка оплата будет производиться по пороговой цене. Предполагается, что игроки могут предугадывать изменения цен, в силу чего в отсутствие резких скачков цены свободных договоров достаточно близки к ценам спотового рынка, и первые могут быть заменены последними.

Для большего соответствия модели российскому оптовому рынку электроэнергии в модели действует большее, чем два, число генерирующих компаний с неравными рыночными долями и ограничениями на мощности.

Физическая способность компании генерировать электроэнергию, ограниченная показателем установленной электрической мощности, определяет возможности как для извлечения прибыли путем отклонения от сговора, так и для наказания отклонившейся компании путем развязывания ценовой войны. Показатель установленной мощности использовался и для расчета рыночных долей генерирующих компаний. Распределение последних может оказывать значительное влияние на конкуренцию из-за наличия высокой концентрации на рынке, отмеченного в работе [Соколова, Черноус, 2008]. В расчете долей рынка не использовались данные о долях компаний в общем объеме продаж в силу их высокой волатильности.

И наконец, для учета отношений собственности между отдельными генерирующими компаниями на рынке анализ концентрации базировался на понятии группы лиц, которое определено ст. 9 Федерального закона от 26 июля 2006 г. № 135-ФЗ «О защите конкуренции». Далее понятие «генерирующая компания» соответствует определенной группе лиц, объединяющей в себе несколько генерирующих станций.

## Предпосылки анализа

Используемая модель основана на следующих предпосылках (в перечне «рынок» соответствует оптовому рынку электроэнергии в целом):

а) на рынке существует  $n$  покупателей электроэнергии, которые рассматриваются как игроки, не влияющие на цены;

б) на рынке существует  $m$  генерирующих компаний – продавцов электроэнергии;

в) рыночная доля каждой компании  $\alpha_i = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^m K_i}$ , где  $K_i$  – установлен-

ная электрическая мощность  $i$ -й компании;

г) предельные издержки компаний  $c_i = c$  равны для  $\forall i = \overline{1, m}$  и постоянны;

д) в периодах  $t \geq 1$  спрос на электроэнергию описывается непрерывной и убывающей функцией от цен  $D(p)$ . Функция прибыли  $\pi(p) \equiv (p - c)D(p)$  однопиковая с аргмаксимумом в  $p^M \equiv \arg \max_{p \geq 0} \pi(p)$ ;

е) в нулевом периоде  $t = 0$  фирмы-генераторы взаимодействуют с фирмами-покупателями электроэнергии на рынке форвардных контрактов, после

чего следуют бесконечно повторяющиеся взаимодействия на спотовом рынке с конкуренцией по ценам в периоды  $t = 1, t = 2, t = 3$  и т.д.;

ж) на спотовом рынке каждая компания предлагает свою цену  $p_{it}^S$ , а спотовая цена определяется как  $p_i^S = \min\{p_{it}^S\}, i = \overline{1, m}$ . Предполагается, что  $p_{it}^S \leq p^C, \forall i = \overline{1, m}$ .

з) контракты, предлагаемые в нулевом периоде времени, имеют вид  $(q_i^C, p_i^C)$ , где  $q_i^C$  – количество, которое согласен купить покупатель в каждом последующем периоде  $t \geq 1$  у компании  $i$  при пороговых ценах  $p_i^C$ . Анализ сфокусирован на равновесии при сговоре, при котором предлагаемая генерирующими компаниями цена контракта одинакова  $p_i^C = p^C, \forall i = \overline{1, m}$ . Предполагается, что подписанные контракты удовлетворяют следующему условию:  $Q^C = \sum_{i=1}^m q_i^C = D(p^C)$  и  $q_i^C = \alpha_i \sum_{i=1}^m q_i^C = \alpha_i D(p^C)$ ;

и) в каждый период  $t \geq 1$  генерирующие компании, помимо поставок по контрактам, продают  $Q_i^S = D(p_i^S) - Q^C$  – остаточный спрос по цене  $p_i^S$ ;

к)  $\delta_i$  – дисконт-фактор, принимающий значения  $[0; 1]$ .

### **Анализ стимулов к поддержанию молчаливого сговора**

Предполагается, что генерирующие компании следуют триггерным стратегиям, а именно: молчаливый сговор поддерживается до тех пор, пока одна из фирм не отклонится от него. Отклонение от сговора в периоде  $t$  становится известным всем в периоде  $t + 1$ , и компании переходят к конкуренции по Бертрану в периодах от  $t + 1$  включительно и до бесконечности, получая нулевую прибыль  $\pi_i^N$ .

В случае поддержания сговора компании устанавливают цену

$$p_A \in (c, \min\{p^C, p^M\}).$$

Отклонение от сговора выражается в установлении более низкой цены  $p^D$ :  $p^D \leq p^A \leq p^M$ . Прибыль компании  $i$  при условии поддержания сговора  $\pi_i^A$  и прибыль компании  $i$  при условии отклонения от сговора  $\pi_i^D$  равны

$$\pi_i^A = (p^A - c)q_i^C + (p^A - c) \min\left\{K_i - q_i^C; \alpha_i \left(D(p^A) - \sum_{i=1}^m q_i^C\right)\right\}, \quad (1)$$

$$\pi_i^D = (p^D - c)q_i^C + (p^D - c) \min \left\{ K_i - q_i^C; D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C \right\}. \quad (2)$$

Условие поддержания сговора имеет вид

$$\frac{\pi_i^A}{1 - \delta} \geq \pi_i^D + \frac{\delta_i}{1 - \delta_i} \pi_i^N.$$

Значение дисконт-фактора, при котором компания  $i$  будет следовать молчаливому сговору

$$\delta_i \geq 1 - \frac{\pi_i^A}{\pi_i^D}$$

или

$$\delta_i \geq 1 - \frac{(p^A - c)q_i^C + (p^A - c) \min \left\{ K_i - q_i^C; \alpha_i \left( D(p^A) - \sum_{i=1}^m q_i^C \right) \right\}}{(p^D - c)q_i^C + (p^D - c) \min \left\{ K_i - q_i^C; D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C \right\}}. \quad (3)$$

Выполнение неравенства (3) как равенства задает пороговое значение дисконт-фактора  $\underline{\delta}_i$  для  $i$ -й генерирующей компании. С учетом вышеопределенных видов  $\pi_i^A$  и  $\pi_i^D$  существуют четыре возможные комбинации параметров на рынке, которые будут определять окончательный вид  $\underline{\delta}_i$  (см. табл. 1).

**Таблица 1.** Возможные комбинации параметров в функциях прибыли

	$K_i \geq \alpha_i D(p^A)$	$K_i < \alpha_i D(p^A)$
$K_i - q_i^C \geq D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C$	Случай 1	Случай 2
$K_i - q_i^C < D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C$	Случай 3	Случай 4

### Случай 1.

$$\underline{\delta}_i = 1 - \frac{\pi_i^A}{\pi_i^D} = 1 - \frac{(p^A - c)\alpha_i D(p^A)}{(p^D - c) \left( D(p^D) - (1 - \alpha_i) \sum_{i=1}^m q_i^C \right)}.$$

При  $p^D$ , стремящейся к  $p^A$  (отклоняющаяся от сговора компания устанавливает цены, отличающиеся от цен сговора на малую положительную величину), объем торгов на рынке форвардных контрактов уменьшает пороговое значение дисконт-фактора компании и, тем самым, облегчает поддержание молчаливого сговора.

### Случаи 2 и 4.

$$\pi_i^A \geq \pi_i^D \Rightarrow \underline{\delta}_i = 0.$$

Условия на рынке таковы, что при любом, сколь угодно малом значении дисконт-фактора поддержание молчаливого сговора является наиболее выгодной из рассмотренных стратегией поведения для компании при данных предпосылках.

Эти случаи исключены из эмпирической проверки результатов анализа.

### Случай 3.

$$\underline{\delta}_i = 1 - \frac{\alpha_i D(p^A)}{K_i}.$$

При  $p^D$ , стремящейся к  $p^A$ , рынок форвардных контрактов и объем торгов на нем не оказывают влияния на стимулы компании к поддержанию молчаливого сговора на спотовом рынке.

На данных результатах можно сделать следующее утверждение.

**Утверждение 1.** Пороговые значения дисконт-факторов генерирующих компаний, соответствующих случаям 1–4, могут быть упорядочены по возрастанию:

$$\underline{\delta}_{\text{случай}_2,4} \leq \underline{\delta}_{\text{случай}_1} \leq \underline{\delta}_{\text{случай}_3}. \quad (4)$$

*Доказательство.*

Пусть на рынке в числе прочих имеются две генерирующие компании  $i$  и  $j$ , для чьих установленных генерирующих мощностей выполнено:

$K_j \geq K_i$  и компания  $j$  соответствует случаю 1, а компания  $i$  – случаю 3.

Предположим, что выполнено  $\underline{\delta}_j > \underline{\delta}_i$ , т.е.  $\underline{\delta}_{\text{случай}_1} \geq \underline{\delta}_{\text{случай}_3}$ . Следовательно:

$$1 - \frac{\alpha_j D(p^A)}{D(p^D) - (1 - \alpha_j) \sum_{i=1}^m q_i^C} > 1 - \frac{\alpha_i D(p^A)}{K_i}.$$

Или

$$D(p^D) - (1 - \alpha_j) \sum_{i=1}^m q_i^C > K_j,$$

что является противоречием. Следовательно,  $\underline{\delta}_j \leq \underline{\delta}_i$ .

Поддержание молчаливого сговора на рынке возможно при значениях дисконт-фактора из интервала  $[\underline{\delta}_i, 1] = [\max\{\underline{\delta}_i, i = \overline{1, m}\}, 1]$ .

Для отсутствия зависимости значения  $\max\{\underline{\delta}_i, i = \overline{1, m}\}$  от рынка контрактов для компании с наименьшими установленными мощностями необходимо выполнение условия

$$K_i - q_i^C < D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C. \quad (5)$$

Ниже приведено эмпирическое тестирование данного условия на российском оптовом рынке электроэнергии.

## **Структура рынка электроэнергии в России**

### **Участники оптового рынка электроэнергии**

На оптовом рынке электроэнергии в России действуют продавцы-поставщики и покупатели. Согласно Постановлению Правительства РФ от 24 октября 2003 г. № 643 «О правилах оптового рынка электроэнергии (мощности) переходного периода», к первым относятся генерирующие компании; организации, обладающие правом продавать генерируемую на их оборудовании электриче-

скую энергию; и организации, осуществляющие экспортно-импортные операции. Покупателями выступают крупные потребители, покупающие электроэнергию для собственного потребления; сбытовые компании (включая гарантирующих поставщиков), которые приобретают электроэнергию для дальнейшей перепродажи конечным потребителям; и экспортеры электроэнергии, покупающие электроэнергию с российского оптового рынка для экспорта на зарубежные рынки. Из участников рынка необходимо отметить некоммерческое партнерство Администратор торговой системы (АТС)<sup>2</sup> – организацию, занимающуюся управлением торговлей на оптовом рынке, открытые данные которой использовались в эмпирическом тестировании модели.

Оптовая торговля электроэнергией ведется в данный момент как по регулируемым государством ценам, так и на свободном, нерегулируемом, рынке. Доля последнего на середину 2008 г. составляла 25%, согласно работе [Виньков, Локоткова, Сиваков, 2008], к началу 2011 г. ее планируется увеличить до 100%<sup>3</sup>. Нерегулируемая торговля электроэнергией в России осуществляется двумя способами<sup>4</sup>: с помощью свободных двусторонних договоров и рынка «на сутки вперед» (РСВ). При заключении свободного двустороннего договора компании сами определяют своих контрагентов, цены и объемы поставки. На РСВ оператор принимает ценовые заявки и проводит по ним конкурентный отбор заявок поставщиков и покупателей за сутки до фактической поставки электроэнергии, определяя цены и объемы поставок на каждый час следующих суток.

## **Географические границы рынка**

В анализе использовались два варианта выделения географических сегментов рынка, в рамках которых возможна передача электроэнергии между участниками.

Во-первых, правила торговли на российских спотовых рынках электроэнергии являются объектами регламентации и включают в себя и определение географических границ рынка. Это разделение на ценовые зоны – территории, в границах которых участники рынка имеют право продавать и покупать электроэнергию, производимую и потребляемую на территориях указанных субъектов Российской Федерации или граничащих с ними. На оптовом рынке электроэнергии выделены две ценовые зоны (первая – зона Европы и Урала и вто-

---

<sup>2</sup> <http://www.atsenergo.ru/index.jsp>

<sup>3</sup> <http://www.rao-ees.ru/ru/reforming/rynok/show.cgi?content.htm>

<sup>4</sup> <http://www.rao-ees.ru/ru/reforming/rynok/show.cgi?content.htm>



рая – зона Сибири) и энергосистемы, которые в силу различных причин не могут быть полноценными участниками оптового рынка.

Тем не менее, во-вторых, согласно Анализу оптового рынка электроэнергии за 2006 г. (ФАС), выделение ценовых зон не отражает реальный процесс торговли из-за существования ряда технических ограничений. Поэтому в дальнейшем ФАС предполагает переход к определению границ оптового рынка, основанному на зонах свободного перетока электроэнергии. Ключевым элементом определения понятия зон свободного перетока выступает возможность замещения электроэнергии, произведенной на одном генерирующем оборудовании, на электроэнергию, произведенную на другом генерирующем оборудовании, без потерь в технических характеристиках. Таким образом, сегментация рынка на зоны свободного перетока будет более точно учитывать возможности перемещения электроэнергии как товара. В текущий момент эти возможности учтены в объединенных энергосистемах (ОЭС) – совокупностях нескольких энергетических систем, связанных между собой развитой магистральной сетью и единым диспетчерским управлением. В настоящей работе рассмотрено деление оптового рынка на шесть объединенных энергосистем (ОЭС): Востока Сибири, Урала, Средней Волги, Центра, Северо-Запада, Юга.

## Эмпирический анализ

### Описание эмпирического анализа

В очерченных границах оптового рынка электроэнергии России на эмпирических данных рассматривается основной вывод третьего раздела – рынок форвардных контрактов не обязательно должен создавать на спотовом рынке стимулы к неконкурентному поведению.

Эмпирический анализ был сфокусирован на проверке выполнения неравенства для минимальной, в терминах установленной мощности, компании на рынке:

$$K_i - q_i^C < D(p^D) - \sum_{i=1}^m q_i^C \quad (5)$$

или

$$K_i < D(p^D) \left( 1 - (1 - \alpha_i) \frac{\sum_{i=1}^m q_i^C}{D(p^D)} \right). \quad (6)$$

Невыполнение (6) свидетельствует о наличии положительного влияния существования рынка контрактов на поддержание молчаливого сговора на спотовом рынке электроэнергии.

Эмпирический анализ потребовал некоторых упрощающих предположений. Во-первых, значение  $D(p^D)$  неизвестно, но спрос на электроэнергию предполагается достаточно низкоэластичным, и вместо данной переменной в анализе использовались показатели объемов продаж электроэнергии, известные из работы [Годовой обзор... 2008].

Во-вторых, формат раскрытия данных АТС позволяет сделать точный расчет соотношения  $\sum_{i=1}^m q_i^C / D(p^D)$  объема продаж по свободным договорам и общего нерегулируемого объема продаж лишь на текущую дату. Если предположение о размере соотношения будет занижено относительно реального, то может быть получен ложный вывод о выполнении неравенства (6) и отсутствии влияния рынка контрактов на стимулы к поддержанию сговора. В силу этого предлагается перейти к расчету предельного, соответствующего замене неравенства (6) на равенство, значения данного соотношения (обозначим его  $z$ ).

Данный показатель позволяет определять момент, когда при заданных и известных установленных мощностях и долях групп лиц на рынках объемы торгов по контрактам начнут способствовать поддержанию сговора (наблюдаемое значение соотношения больше  $z$ ). Фактически данный индикатор свидетельствует о пределах возможного «расширения» форвардного рынка, «сужающего» спотовый рынок, которое еще не влияет на стимулы к поддержанию молчаливого сговора на спотовом рынке.

Индикатор  $z$  может быть рассчитан на основе следующей формулы:

$$z = \frac{D(p^D) - K_i}{D(p^D)(1 - \alpha_i)}, \quad (7)$$

где индекс  $i$  соответствует генерирующей компании, обладающей минимальной установленной мощностью в пределах рассматриваемых границ рынка.

## Результаты эмпирического анализа

Расчет показателя  $z$ , приводимый далее (см. табл. 2), базируется на данных о величинах среднесуточных покупок электроэнергии, представленных в работе [Годовой обзор... 2008]. Доли групп лиц по ОЭС были получены на

основе информации о долях групп по ценовым зонам из статьи [Соколова, Черноус, 2008]. На основе доступных данных были рассчитаны доли потребления ОЭС в суммарном объеме потребления электроэнергии по ценовым зонам; эти доли использовались для определения вклада каждой ОЭС в суммарные объемы покупки электроэнергии потребителями в первой ценовой зоне в 2008 г.

В каждом географическом сегменте для группы лиц с минимальными генерирующими мощностями были рассчитаны значения  $z$  (см. второй столбец табл. 2). Их сравнение позволяет сделать вывод о большей или меньшей подверженности той или иной географической зоны оптового рынка электроэнергии возникновению положительного влияния объемов торгов по двусторонним договорам на стимулы к поддержанию сговора генерирующими компаниями на спотовом рынке.

**Таблица 2.** Результаты анализа

Географические границы рынка	$Z$ при 25-процентной доле свободной торговли на рынке	$Z$ при 100-процентной доле свободной торговли на рынке
Ценовые зоны		
Первая	0,94	0,99
Вторая	0,78	0,99
ОЭС		
Северо-Запада	0,45	0,95
Центра	0,82	0,98
Средней Волги	0,81	0,97
Юга	0,59	0,95
Урала	0,94	1,01
Сибири	0,73	0,99

Для анализа влияния полного перехода к свободной оптовой торговле электроэнергией, намеченного на 1 января 2011 г. (третий столбец табл. 2), в качестве прокси-переменной для спроса электроэнергетики в 2011 г. использовались данные о покупке электроэнергии в 2008 г.

## Выводы

Во-первых, будущий переход к полной свободной торговле сгладит наблюдаемые различия в стимулах, задаваемых структурой рынка для различных

географических сегментов оптового рынка электроэнергии. Во-вторых, он увеличит пределы, до которых должен «расшириться» рынок форвардных контрактов, чтобы начать влиять на стимулы к поддержанию сговора на спотовом рынке.

Несмотря на оптимистичные результаты относительно будущего, необходимо отметить, что в настоящий момент наблюдается тенденция к росту объема торгов на форвардном рынке. В некоторые дни, согласно подробным данным АТС, происходит превышение предложенного критического показателя, т.е. двухэтапная структура рынка создает стимулы для поддержания молчаливого сговора на спотовом рынке.

## Литература

Виньков А., Локоткова С., Сиваков Д. Неестественная смерть естественной монополии // Эксперт. 2008. № 24 (613). 16 июня. ([http://www.expert.ru/printissues/expert/2008/24/konec\\_rao\\_ees/](http://www.expert.ru/printissues/expert/2008/24/konec_rao_ees/))

Годовой обзор равновесных цен на электрическую энергию по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед (PCB) в 2008 г. Администратор торговой системы. (<http://www.atsenergo.ru/index.jsp?pid=619>)

Постановление Правительства РФ от 24 октября 2003 г. № 643 «О правилах оптового рынка электроэнергии (мощности) переходного периода».

Соколова Е., Черноус М. Анализ уровня конкуренции в электроэнергетике РФ. СПбГУ, 2008. Неопубликовано.

Федеральная антимонопольная служба. Анализ оптового рынка электроэнергии за 2006 год. 2007. ([http://fas.gov.ru/analysis/tek/a\\_17282.shtml](http://fas.gov.ru/analysis/tek/a_17282.shtml))

Федеральный закон от 26 июля 2006 г. № 135-ФЗ «О защите конкуренции».

Allaz B., Vila J.-L. Cournot Competition, Forward Markets and Efficiency // *Journal of Economic Theory*. 1993. 59(1). P. 1–16.

Le Coq C. Long-term Supply Contracts and Collusion in the Electricity Market: SSE Working Paper № 552. 2004.

Liski M., Montero J.-P. Forward Trading and Collusion in Oligopoly // *Journal of Economic Theory*. 2006. 131(1). P. 212–230.

The Economics of Tacit Collusion / Ivaldi M., Jullien B., Rey P. et al.: IDEI Working Paper № 186. 2003.