

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНЫХ ЦЕН К РАСЧЕТУ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Зайцева Е.Е.

(Волгоградский государственный университет, Волгоград)
lenavolsu@mail.ru

На основе данных о ценах и объемах потребления электроэнергии по Волгоградской области за период с 1993 по 2003 гг., а также данных об издержках региональной энергокомпании построены модели однородного ценообразования и цен Рамсея, обеспечивающие самофинансирование энергофирмы при максимизации функции благосостояния участников рынка. Дан сравнительный анализ реальных цен и цен, рассчитанных в результате моделирования.

Ключевые слова: модели эффективного ценообразования, расчет цен Рамсея, оптимизация тарифной политики в электроэнергетике.

Введение

До середины 2000-х годов региональные энергокомпании в нашей стране представляли собой вертикально интегрированные естественные монополии (ЕМ). Несмотря на процессы реструктуризации и либерализации отрасли, происходящие в настоящее время, розничные рынки электроэнергии в среднесрочной перспективе будут оставаться монополизированными, а ценообразование на них – регулируемым.

В современной российской экономике в течение длительного времени регулируемые цены на электроэнергию – продукцию ЕМ – использовались в качестве инструмента для решения острых социально-экономических проблем без учета долгосроч-

ных интересов развития отрасли [8]. Уровни энерготарифов, заниженные по сравнению с их экономически обоснованными значениями, приводили к субсидированию других секторов экономики за счет некомпенсируемого износа основных фондов электроэнергетики.

Достижение безубыточности ЕМ при одновременной максимизации совокупного излишка или функции благосостояния всех участников рынка теоретически может быть обеспечено с помощью моделей эффективного ценообразования [9]. Для однопродуктовой ЕМ простейшей такой моделью является ценообразование на уровне средних валовых издержек, а для многопродуктовой ЕМ — модель цен Рамсея [5, 9]. Изучение возможности практического применения указанных теоретических моделей в российской практике ценообразования на электроэнергию представляется актуальной задачей.

1. Теоретические основы расчета эффективных цен на продукцию ЕМ

Энергокомпания, поставляющая электроэнергию группам потребителей, различающимся по функциям спроса и по издержкам их обслуживания, может быть рассмотрена как многопродуктовая ЕМ [9]. Поэтому к ней применима модель цен Рамсея. С другой стороны, если рассматривать совокупный спрос на электроэнергию со стороны всех групп потребителей, пренебрегая различиями в издержках по их обслуживанию, то региональную энергокомпанию можно считать однопродуктовой ЕМ, к которой применима модель однородного ценообразования.

1.1. ЭФФЕКТИВНОЕ ОДНОРОДНОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ОДНОПРОДУКТОВОЙ ЕМ

Эффективное однородное ценообразование для однопродуктовой ЕМ можно проиллюстрировать с помощью рис. 1 [1, 2].

Здесь и ниже используются следующие обозначения: D – линия спроса, P – однородная цена, R – валовая выручка, MR – предельная выручка, C – валовые издержки, MC – предельные издержки, AC – средние издержки, W – функции общественного благосостояния, S – излишек потребителя, Π – прибыль, h – коэффициент ценовой эластичности спроса на продукцию ЕМ.

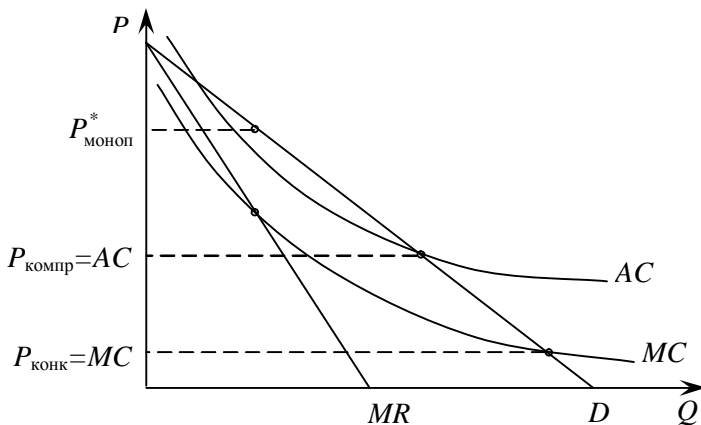


Рис. 1. Различные способы однородного ценообразования в условиях ЕМ.

На рис. 1. $P_{\text{конк}}$ обозначает уровень цены, покрывающей лишь предельные издержки ЕМ: $P_{\text{конк}} = MC$. Эта цена эффективна в том смысле [2, 9], что обеспечивает безусловный максимум функции общественного благосостояния

$$(1.1) \quad W = R + S - C.$$

Однако при таком ценообразовании $P_{\text{конк}} = MC < AC$ [1], и ЕМ оказывается убыточной.

Для максимизации чистой прибыли нерегулируемая монополия устанавливает цену на уровне $P = P_{\text{моноп}}^*$, которая может быть вычислена по формулам [1]:

$$(1.2) \quad P_{\text{моноп}}^* = \frac{MC}{1 - \frac{1}{h}} > P_{\text{конк}}.$$

$$(1.3) \quad \frac{P - MC}{P} = \frac{1}{h}.$$

Однако данный уровень цены представляется несправедливым по отношению к потребителям и приводит к существенному снижению значения функции общественного благосостояния по сравнению с уровнем $P_{\text{конк}} = MC$.

Согласование интересов ЕМ и потребителей может быть достигнуто при компромиссной цене $P_{\text{компр}} = AC$. Тогда достигается условный максимум функции общественного благосостояния при ограничении, выражающем безубыточность ЕМ, и в этом смысле такое ценообразование можно считать эффективным. Если отсутствует информация о средних издержках AC , но имеется информация о предельных издержках MC , цену можно найти из соотношения

$$(1.4) \quad \frac{P - MC}{P} = \frac{m}{h},$$

где m – константа, которая определяется из условия безубыточности ЕМ.

1.2. ЭФФЕКТИВНОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОПРОДУКТОВОЙ ЕМ. ЦЕНЫ РАМСЕЯ

Рассматривается задача определения цен, обеспечивающих максимизацию функции общественного благосостояния при условии самокупаемости ЕМ:

$$(1.5) \quad \begin{cases} W \rightarrow \max, \\ \Pi = 0. \end{cases}$$

Обозначим n – количество выпускаемых товаров, P_i – цена i -го товара, Q_i – объем выпуска и реализации i -го товара,

Предположим, что функции спроса на всех сегментах рынка независимы друг от друга. Тогда их можно представить в

виде $Q_i = Q_i(P_i)$, $1 \leq i \leq n$. Пусть $C = C(Q_1, \mathbf{K}, Q_n)$ – функция издержек ЕМ.

Кроме того, здесь и далее для многопродуктовой ЕМ используются следующие обозначения: MC_i – предельные издержки производства i -го товара, h_i – коэффициент эластичности спроса по цене на i -й товар.

Задача эффективного ценообразования для многопродуктовой ЕМ состоит в решении системы уравнений (1.5). Подставляя в нее выражение для функции общественного благосостояния (1.1), получаем задачу Лагранжа, необходимые условия которой приводятся к виду:

$$(1.6) \quad \begin{cases} \frac{P_i - MC_i}{P_i} = \frac{m}{h_i}, & 1 \leq i \leq n, \\ \Pi = 0, \end{cases} .$$

где m – константа, которая подбирается из условия безубыточности.

Таким образом, цены Рамсея можно найти как решение системы уравнений (1.6).

2. Практические расчеты эффективных значений однородной цены и цен Рамсея для ОАО «Волгоградэнерго»

Компания ОАО «Волгоградэнерго» с 1993 по 2004 годы являлась естественной монополией на региональном рынке Волгоградской области. По отношению к ней возможно рассмотрение моделей однородного ценообразования на уровне средних издержек и цен Рамсея.

2.1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИЙ СПРОСА И ИЗДЕРЖЕК

Рассматривались следующие 6 групп потребителей электроэнергии:

- №1. промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью 750 кВт-А и выше;
- №2. промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 750 кВт-А;
- №3. электрифицированный городской транспорт (трамвай, троллейбус, метро);
- №4. непромышленные потребители;
- №5. производственные сельскохозяйственные потребители;
- №6. население.

Использованы следующие данные об электроэнергии, отпускаемой ОАО «Волгоградэнерго»¹: средний отпускной тариф по основным группам потребителей², полезный отпуск электроэнергии по основным группам потребителей за 1993 – 2003 гг. [6] и издержки за 2002-2004гг. [7].

При построении функций спроса использована модель парной степенной регрессии:

$$(2.1) \quad Q = c \cdot P^d,$$

где Q – зависимая переменная, объем спроса на электроэнергию (тыс. кВт-ч); P – независимая переменная, цена (руб. за 1 кВт-ч); d – показатель степени, эластичность спроса по цене (безразмерная величина); c – коэффициент согласования единиц измерения.

Преимущество функции спроса данного вида состоит в том, что показатель степени d численно равен значению ценовой эластичности спроса.

¹ Более подробное описание исходных статистических данных и их обработка, а также построение функций спроса и издержек приведено в работе: *Теоретические модели и практика ценообразования на рынке электроэнергии Волгоградской области [Текст]: препринт / Е.Е. Зайцева; ВолГУ, 2006. – 36 с.*

² Тарифы были приведены к ценам 2003 года с учетом деноминации 1998 г. Темп инфляции учтен путем деления тарифов на ИПЦ для групп потребителей №1 и №2 и делением на ИПЦ для групп №3 – №6.

В результате вычислений в пакете «STATISTICA» получены следующие функции спроса (таблица 1).

Таблица 1. Функции спроса для различных групп потребителей

№	Группа потребителей	Функция спроса
1	Промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью 750 кВт-А и выше	$Q_1 = 5406973 \cdot P_1^{-0,12926}$
2	Промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 750 кВт-А	$Q_2 = 501485,5 \cdot P_2^{-0,00848}$
3	Электрифицированный городской транспорт (трамвай, троллейбус, метро)	$Q_3 = 84403,99 \cdot P_3^{-0,08185}$
4	Непромышленные потребители	$Q_4 = 484513,2 \cdot P_4^{-0,01221}$
5	Производственные сельскохозяйственные потребители	$Q_5 = 587446,2 \cdot P_5^{-0,2421}$
6	Население	$Q_6 = 808923,8 \cdot P_6^{-0,00452}$

В порядке убывания эластичностей группы потребителей располагаются следующим образом: №5, №1, №3, №4, №1, №6.

Наиболее высокая эластичность спроса выявлена у крупных промышленных предприятий, что согласуется с результатами других исследований [3, 4]. Одновременно, высокая эластичность спроса обнаружена у сельскохозяйственных потребителей. Вероятно, это объясняется не столько ценовым фактором, сколько резким падением спроса вследствие резкого сокращения количества сельскохозяйственных предприятий. Достаточно высокой оказалась эластичность спроса у электрифицированного городского транспорта. Возможно, это произошло из-за снижения его доли на рынке транспортных услуг вследствие увеличения доли маршрутных такси. Весьма жесткий спрос выявлен у населения. В этом нашло свое отражение не только влияние цены, но и сложившаяся система неплатежей, при которой

население «не интересуется» цена не потому, что у него высокие доходы и легко оплачивать любой счет за электроэнергию, а потому что нет угрозы отключения от сети за неуплату.

Для построения функции совокупного спроса были рассчитаны значения совокупного объема потребления по годам. На основе этих данных с помощью программы «STATISTICA» построена функция совокупного спроса:

$$(2.2) \quad Q = 7802853 \cdot P^{-0,11564}.$$

При построении функции издержек была использована модель парной линейной регрессии:

$$(2.3) \quad C = MC \cdot Q + FC,$$

где $Q = \sum Q_i(P_i)$ – совокупный объем полезного отпуска электроэнергии всем группам потребителей (тыс. кВт-ч); C – валовые издержки (тыс. руб.); MC – предельные издержки (руб. за 1 кВт-ч); FC – постоянные издержки (тыс. руб.); MC и FC – коэффициенты парной линейной регрессии.

Была принята гипотеза о том, что издержки для всех групп потребителей одинаковы.

В результате вычислений в пакете «STATISTICA» получена функция издержек следующего вида:

$$(2.4) \quad C = 0,4657 \cdot Q + 4836915,$$

где $MC = 0,4657$ руб. за 1 кВт-ч; $FC = 4836915$ тыс. руб.

2.2. ОДНОРОДНОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА УРОВНЕ СРЕДНИХ ИЗДЕРЖЕК

Для построения однородной цены на уровне средних издержек была использована формула (1.4) с учетом условия безубыточности:

$$(2.5) \quad \begin{cases} \frac{P - MC}{P} = \frac{m}{h} \\ \Pi = R - C = 0 \end{cases},$$

Первое уравнение системы (2.5) сводится к выражению:

$$(2.6) \quad P = \frac{MC}{1 - \frac{m}{h}}.$$

Из второго уравнения системы (2.5) следует: $R = C$. Это уравнение, учитывая $R = P \cdot Q(P)$, вид функции спроса (2.1) и издержек (2.3), выражение для цены (2.6), а также $h = -d$, можно представить в виде:

$$(2.7) \quad c \cdot \left(\frac{MC}{1 + \frac{m}{d}} \right)^{d+1} = MC \cdot c \cdot \left(\frac{MC}{1 + \frac{m}{d}} \right)^d + FC$$

Уравнение (2.7), после подстановки в него всех найденных значений $c = 7802853$, $d = -0,11564$, $MC = 0,4657$, $FC = 4836915$, представляет собой уравнение с одной переменной μ , которое решено в программе Microsoft Excel с помощью команды «Подбор параметра» и получено $\mu = -0,066324$.

С учетом найденного μ , используя выражения (2.6) и (2.2), нашли цену и совокупный объем при однородном ценообразовании на уровне средних издержек: $P = 1,09$ (руб. за кВт-ч), $Q = 7725479,15$ (тыс. кВт-ч).

2.3. ПОСТРОЕНИЕ ЦЕН РАМСЕЯ ДЛЯ ОАО «ВОЛГОГРАДЭНЕРГО»

Для построения цен Рамсея при нулевой чистой прибыли была использована система (1.6) из $(n + 1)$ уравнений с $(n + 1)$ переменной. В нашем случае $n = 6$:

$$(2.8) \quad \begin{cases} \frac{P_i - MC_i}{P_i} = \frac{m}{h_i}, & 1 \leq i \leq 6. \\ \Pi = R - C = 0, \end{cases}$$

Выражения для цен Рамсея в явном виде можно получить из первого соотношения системы (2.8). С учетом принятых гипотез о том, что предельные издержки постоянны и одинако-

вы для всех групп потребителей ($MC_i = MC = const$) приходим к формулам:

$$(2.9) \quad P_i = \frac{MC}{1 - \frac{m}{h_i}}, \quad 1 \leq i \leq 6.$$

Из последнего уравнения системы (2.8) следует $R = C$. Это уравнение, учитывая выражение для валовой выручки $R(Q) = \sum_{i=1}^n P_i(Q_i) \cdot Q_i$, вид функций спроса $Q_i(P_i) = c_i \cdot P_i^{d_i}$ и валовых издержек $C(Q) = MC \cdot \sum_{i=1}^n Q_i + FC$, а также выражение для цены (2.9), приводится к виду:

$$(2.10) \quad \sum_{i=1}^n c_i \cdot \left(\frac{MC}{1 - \frac{m}{h_i}} \right)^{d_i+1} = MC \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot \left(\frac{MC}{1 - \frac{m}{h_i}} \right)^{d_i} + FC.$$

Поскольку в уравнении (2.10) значения всех параметров, кроме μ , известны, получили уравнение с одной неизвестной μ . Решая его, находим $\mu = -0,004166$.

С учетом найденного μ вычисляем значения цен Рамсея по формулам (2.9), подставляя которые в выражения для функций спроса (таблица 1), рассчитываем объемы потребления энергии, которые представлены в последнем столбце таблицы 2.

2.4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦЕН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ОАО «ВОЛГОГРАДЭНЕРГО»

В таблице 2 представлены реальные объемы и цены 2003 года, установленные в соответствии с правилами ценообразования, а также цены и объемы, рассчитанные по рассмотренным моделям эффективного ценообразования: однородного ценооб-

разования на уровне средних издержек и ценообразование по Рамсею.

Таблица 2. Сводная таблица цен при различных способах ценообразования для потребителей ОАО «Волгоградэнерго»

	Цены 2003		Однородное ценообразование		Цены Рамсея	
	цена, руб./кВт-ч	объем, тыс. кВт-ч	цена, руб./кВт-ч	объем, тыс. кВт-ч	цена, руб./кВт-ч	объем, тыс. кВт-ч
№1	0,61	5763715	1,09	7725479,15	0,48	5943139
№2	0,77	532983			0,92	501861,7
№3	0,87	83871			0,49	89468,82
№4	1,17	483585,3			0,71	486569,9
№5	1,06	579217,4			0,47	703873,7
№6	0,69	810281,7			5,94	802434,7

Для анализа полученных результатов также рассчитаны основные показатели деятельности компании ОАО «Волгоградэнерго» для различных способов ценообразования: средневзвешенная цена, совокупный объем, выручка, издержки и прибыль компании, составившие таблицу 3.

Таблица 3. Показатели деятельности ОАО «Волгоградэнерго» для различных способов ценообразования

	Цены 2003	Однородное ценообразование	Цены Рамсея
Средневзвешенная цена, руб./кВт-ч	0,70	1,09	1,03
Совокупный объем, тыс. кВт-ч	8253653,40	7725479,15	8527347,82
Выручка компании, тыс. руб.	5738090,45	8420772,27	8801006,60

Издержки компании, тыс. руб.	8680641,39	8434670,64	8808100,88
Прибыль компании, тыс. руб.	-2942550,94	-13898,46	-7094,29

Как видно из таблиц 2 и 3, реальные цены 2003 года, установленные в соответствии с действовавшими правилами ценообразования, были существенно занижены по сравнению с ценами, рассчитанными по моделям эффективного ценообразования. Они не обеспечивали безубыточность энергокомпании.

Переход от реальных цен к единой однородной цене на уровне средних издержек позволил бы обеспечить безубыточность энергокомпании за счет повышения средневзвешенной цены на 55,7% и сокращения совокупного объема потребления на 6,4%.

Переход от реальных цен к ценам Рамсея, помимо безубыточности энергокомпании, обеспечил бы:

- увеличение совокупного объема потребления не только по сравнению с однородным ценообразованием, но даже по сравнению с ценами 2003 года на 3,3 %;
- повышение средневзвешенной цены на 47 %;
- существенное снижение цен для крупных промышленных предприятий, электрифицированного городского транспорта, непромышленных потребителей и производственных сельскохозяйственных потребителей (группы 1, 3, 4, 5) – в среднем на 58 %;
- повышение цены для средних промышленных предприятий – на 19,5 %, при этом она оказалась ниже средневзвешенной цены на 11 %;
- существенное повышение цены для населения, которые почти в шесть раз выше средней цены в отрасли.

В настоящее время реализуются меры по ликвидации перекрестного субсидирования населения крупными промышленными потребителями. Суть этих мер заключается в повышении

относительно заниженных энерготарифов для населения и в понижении завышенных энерготарифов для промышленных предприятий.

Поскольку электроэнергия является универсальным продуктом, используемым во всех производственных процессах, то предполагается, что понижение ее цены приведет к снижению цен на готовую продукцию предприятий всех секторов экономики. Таким образом, ущерб населения от ликвидации перекрестного субсидирования может быть, по крайней мере, отчасти компенсирован.

Однако, ценообразование по Рамсею, традиционно используемое для теоретического обоснования перекрестного субсидирования населения промышленностью, как показали результаты моделирования, предсказывает чрезвычайно высокий рост цен на электроэнергию для населения (таблица 2). Полная компенсация такого роста цен может быть достигнута только путем значительного повышения доходов населения. В связи с этим представляется важным подчеркнуть, что ликвидацию перекрестного субсидирования целесообразно проводить низкими темпами при одновременном повышении доходов населения.

Вместе с тем следует отметить, что расчеты по рассмотренной модели осуществлялись с определенными погрешностями.

Во-первых, было сделано предположение, что издержки компании для всех групп потребителей одинаковы. Реально издержки на поставку электроэнергии для населения выше, чем для промышленных потребителей [3]. Во-вторых, в указанных объемах электроэнергия была отпущена, но не всегда оплачена. А при построении функций спроса должен рассматриваться платежеспособный спрос потребителей. Отсутствие угрозы отключения потребителей электроэнергии от сети за неуплату приводит к занижению оценки ценовой эластичности их спроса. С учетом данных обстоятельств в первом случае цены для населения должны оказаться выше, а во втором – ниже, что позволяет надеяться, что эти погрешности скомпенсируют друг друга.

Приведенные расчеты эффективных цен представляют собой авторское исследование возможностей применения теоретических моделей эффективного ценообразования в современной российской экономике.

Литература

1. *50 лекций по микроэкономике*: В 2-х т. – СПб: Экономическая школа, 2000. С. 454 – 497.
2. БОГАЧКОВА Л.Ю. *О теоретическом обосновании обеспечения устойчивого развития естественных монополий* // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. Вып. 4, 1999. С. 142 – 147.
3. ГИТЕЛЬМАН Л.Д., РАТНИКОВ Б.Е. *Эффективная энергокомпания. Экономика. Менеджмент. Реформирование*. М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2002. – 544 с.
4. ИНШАКОВ О.В., КУЗНЕЦОВ М.Н., НАЛБАНДЯН М.О., БОГАЧКОВА Л.Ю., ЗАЙЦЕВА Ю.В. *Количественный анализ спроса на электроэнергию, поставляемую ОАО «Волгоградэнерго», со стороны крупных промышленных потребителей* // Вестник ВолГУ. Серия 3. Экономика. Экология. Вып. 8. 2003-2004. С. 87 – 96.
5. КОРОЛЬКОВА Е.И. *Тенденции в развитии теоретических подходов к регулированию естественных монополий: регулирование и конкуренция* // ВШЭ, 1999. № 2. С. 251 – 259.
6. Отчеты «Полезный отпуск электроэнергии и мощности потребителям» ОАО «Волгоградэнерго» за 1993–2003 годы.
7. Сметы формирования тарифа ОАО «Волгоградэнерго» за 2002-2004 гг.
8. *Тарифы в электроэнергетике: информ.-аналит. бюл.* / Институт экономики естественных монополий Академии народного хозяйства при правительстве РФ, РАО «ЕЭС России», ФСТ. – М., 2004.
9. CREW M.A., KLEINDORFER P.R. *The Economics of public utility regulation*. –Oxford: Oxford University Press, 1986.