

М.В. Куковеров  
РАНХиГС, Москва

## О ценовой эластичности спроса на электроэнергию

**Аннотация.** В работе представлены эконометрические оценки краткосрочной и долгосрочной ценовой эластичности спроса на электроэнергию для различных групп потребителей (для населения и для прочих потребителей). Как для населения, так и для прочих потребителей оценки (по модулю) краткосрочной ценовой эластичности являются низкими, тогда как оценки долгосрочной ценовой эластичности достаточно велики. Полученные результаты показывают целесообразность учета долгосрочной ценовой эластичности при формировании долгосрочных прогнозов потребления электроэнергии, при наличии ожиданий роста цен. Результаты оценки краткосрочной ценовой эластичности в отношении прочих потребителей могут использоваться в приложениях моделей олигополии на рынке электроэнергии, в которых возможные стратегии экономических агентов (например, поставщиков электроэнергии на спотовом рынке) могут определяться краткосрочной ценовой эластичностью спроса, при ряде предположений, таких как отсутствие или слабое внимание со стороны регулятора.

**Ключевые слова:** модель спроса на электроэнергию, эластичность спроса, отраслевое планирование, избыток мощности в ЕЭС, исследование операций, эконометрический анализ.

Классификация JEL: C44, L52, L94.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-42-2-4

### 1. Введение

В 2000-е годы с принятием ряда отраслевых законов<sup>1</sup> были заложены основы масштабной реформы системы отношений в электроэнергетике. К 2008 г. генерирующие активы РАО ЕЭС были разделены на несколько крупных генерирующих компаний, тепловые генерирующие активы были приватизированы. Новые собственники тепловых электростанций, согласно так называемым договорам о предоставлении мощности<sup>2</sup> (ДПМ), должны были в установленные сроки осуществить модернизацию и строительство новых генерирующих мощностей. В соответствии с условиями ДПМ с момента ввода генерирующего оборудования в эксплуатацию покупатель (потребитель) в течение установленного срока платят поставщику цену ДПМ, которая предусматривает возврат инвестированного капитала и соответствующих процентов. В случае задержки ввода оборудования в эксплуатацию в отношении поставщиков предусмотрены штрафные санкции.

Сегодня в ЕЭС насчитывается порядка 240 ГВт установленной генерирующей мощности электростанций<sup>3</sup>. При этом максимум по-

<sup>1</sup> Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»; Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 36-ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об электроэнергетике».

<sup>2</sup> Приложение № Д 16 к договору о присоединении к торговой системе оптового рынка (стандартная форма договора о предоставлении мощности) (<https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/standardcontracts/2183>).

<sup>3</sup> По данным автоматизированной информационной системы «Рынки электроэнергии и мощности» (АИСРЭМ) (<http://ais.np-sr.ru>).

ребления был зафиксирован в декабре 2012 г. и составил 157,5 ГВт<sup>4</sup>. Таким образом, даже с учетом 16% резерва (исходя из нормативных 17% для европейской секции ЕЭС и 12% для ОЭС Сибири<sup>5</sup>), мощности, реально востребованные на сегодняшний день, меньше фактически установленных мощностей. Это означает, что потребители оплачивают в том числе и невостребованную установленную генерирующую мощность.

Существующий на сегодняшний день избыток мощности в ЕЭС очевидным образом связан с исполнением поставщиками своих обязательств по ДПМ, с одной стороны, и с другой стороны, — с экономическими кризисами 2008–2009 гг. и 2014–2015 гг., из-за которых могли оказаться ошибочными прогнозы электропотребления, заложенные в количественные показатели ДПМ.

Кроме того, можно предположить, что при существующей модели оптового рынка выбор регулятором вектора развития между развитием электросетевого хозяйства или строительством парка электростанций может смещаться в сторону второго варианта. Это может быть связано с тем, что строительство или расширение сетевой инфраструктуры может приводить к росту цен на электроэнергию при существующем принципе «маржинального ценообразования» на оптовом рынке (см. например, (Куковеров, 2018)).

Другим фактором, который мог оказать сдерживающее влияние на электропотребление, является ценовая эластичность спроса. В 2006–2010 гг. происходила поэтапная либерализация рынка электроэнергии, в результате чего доля объемов электроэнергии, приобретаемых прочими потребителями (теми, кто не относится к группе «Население») по тарифам постепенно сократилась со 100% до 0, и, соответственно, доля объемов, приобретаемых по свободным рыночным ценам, выросла с 0 до 100%. Поэтому в течение процесса либерализации рынка цена электроэнергии для конечных потребителей росла быстрее инфляции. По данным Росстата, конечная цена для промышленных потребителей за 5 лет (с 2006 по 2010 г.) увеличилась на 95%, реальная цена, рассчитанная с использованием индекса потребительских цен, — на 20%.

В целях проверки данной гипотезы (относительно влияния ценовой эластичности) в работе проведена эконометрическая оценка ценовой эластичности спроса на электроэнергию.

В работе оценивались краткосрочная и долгосрочная эластичности спроса на электроэнергию — отдельно для населения и категории «Прочие потребители». Оценка краткосрочной эластичности проведена методом наименьших квадратов на панельных годовых данных для регионов России за период 2012–2016 гг. Оценка долгосрочной эластичности проведена методом наименьших квадратов на кросс-секционных данных для регионов России за 2012–2016 гг.

<sup>4</sup> По данным Системного оператора Единой энергетической системы ([http://so-ups.ru/index.php?id=ees\\_gen\\_consump\\_hour](http://so-ups.ru/index.php?id=ees_gen_consump_hour)).

<sup>5</sup> Согласно методическим рекомендациям по проектированию развития энергосистем, утвержденным приказом Минэнерго от 30.06.2003 г. № 281.

Долгосрочные оценки в известной степени основаны на предположении о том, что в долгосрочном плане региональные экономики могут достигать любого состояния из существующих на сегодняшний день.

Дополнительно в отношении населения оценивалась краткосрочная ценовая эластичность в рамках динамической модели (модели частичной корректировки), косвенно учитывающей изменения запасов электропотребляющего оборудования. В целом, предпосылки данной модели также могут соответствовать предположению об ограниченной рациональности поведения населения. Эконометрическая оценка параметров этой модели проведена методом моментов на панельных годовых данных в отношении регионов России за 2010–2016 гг.

Эконометрические данные свидетельствуют в пользу существования значительной долгосрочной ценовой эластичности спроса на электроэнергию, при том что краткосрочная ценовая эластичность существенной не является. Эти результаты в целом согласуются с результатами ряда аналогичных отечественных и зарубежных исследований ценовой эластичности спроса на электроэнергию. Результаты на фоне существующего избытка генерирующих мощностей не отвергают гипотезу (но косвенно свидетельствуют в ее пользу) о том, что прогнозы электропотребления, которые закладывались в ДПМ, не учитывали существование долгосрочной ценовой эластичности и соответствующего сдерживающего влияния роста цен на электроэнергию в результате либерализации рынка электроэнергии в 2006–2010 гг.

Данная работа имеет следующую структуру. В разд. 2 представлены эконометрические оценки эластичности спроса на электроэнергию ряда отечественных и зарубежных исследований. В разд. 3 рассмотрены математические модели формирования спроса на электроэнергию. В разд. 4 показано, как формировались данные для эконометрического оценивания параметров моделей, эконометрические оценки которых приведены в разд. 5. В разд. 6 приведены возможные применения полученных результатов.

## 2. Обзор подходов и литературы

В научной литературе описаны различные подходы к эконометрическому анализу эластичности спроса на электроэнергию. В данной работе будут рассмотрены два подхода – эконометрические оценки эластичности на региональных кросс-секционных данных и эконометрические оценки на панельных данных.

В качестве примеров работ, в которых используются кросс-секционные данные, можно привести такие работы, как (Houthakker, 1951; Мишура, 2009, 2011).

В (Houthakker, 1951) была оценена регрессия для электропотребления домохозяйств 1937–1938 гг. в Великобритании, причем значение цены (одного из регрессоров) было взято с двухгодичным лагом

(запаздыванием). Его оценка ценовой эластичности электропотребления была  $-0,89$ .

В работе (Мишура, 2011) была оценена регрессия для электропотребления населения на кросс-секционных данных средних за 2004–2008 гг. значений для регионов России. Было получено значение ценовой эластичности в  $-0,43$ .

В работе (Мишура, 2009) была оценена регрессия для электропотребления промышленных потребителей на кросс-секционных данных для регионов России за 2000–2004 гг., отдельно для каждого года. Были получены значения ценовой эластичности в диапазоне от  $-1,15$  до  $-1$ . По мнению автора, эти значения соответствуют долгосрочной эластичности электропотребления с горизонтом более 10 лет.

В качестве примеров, где были использованы панельные данные, можно привести работы (Labandeira et al., 2012; Мишура, 2011; Alberini et al., 2011).

Так, в работе (Labandeira et al., 2012) была оценена регрессия для электропотребления населения и крупных потребителей на помесечных панельных данных по Испании за период 2005–2007 гг. Значения краткосрочной эластичности для населения и для крупных потребителей составили  $-0,25$  и  $-0,05$  соответственно.

В (Мишура, 2011) была оценена регрессия для электропотребления населения на панельных годовых данных за 2000–2008 гг. в отношении регионов России. В работе получена оценка эластичности по цене прошлого года  $-0,2$ .

В (Alberini et al., 2011) была оценена регрессия для электропотребления домохозяйств на панельных годовых данных за 1997–2007 гг. в США. В работе представлен ряд оценок краткосрочной ценовой эластичности, в том числе  $-0,86$ .

### 3. Модели

#### 3.1. Базовая модель формирования спроса на электроэнергию со стороны населения

Электроэнергия в краткосрочном плане является товаром первой необходимости, для которого практически нет товаров-заменителей. Это дает основания ожидать, что краткосрочная ценовая эластичность невелика (по модулю). В долгосрочной перспективе спрос на электроэнергию должен быть более эластичным.

Основываясь на классической микроэкономической теории (например, (Edgeworth, 1894; Bentham, 1780)), для домохозяйства можно записать оптимизационную задачу максимизации полезности, в рамках которой формируется спрос на электроэнергию:

$$F(q,r) \longrightarrow \max_{q,r}, \quad \text{s.t. } p_e q + p_r r \leq Y, \quad (1)$$

где  $F(\cdot)$  — функция полезности для домохозяйства;  $q$  — объем потребления электроэнергии;  $r$  — объем потребления остальных товаров;

$p_e$  – цена на электроэнергию;  $p_r$  – цена на остальные товары (стоимость потребительской корзины);  $Y$  – бюджетное ограничение домохозяйства (его доход).

При рациональном поведении домохозяйств спрос на электроэнергию со стороны населения будет оптимальным решением в задаче (1), и его можно записать в виде:

$$q = q^*(p, y), \quad (2)$$

где  $p = p_e / p_r$  – реальная цена на электроэнергию;  $y = Y / p_r$  – реальный уровень дохода домохозяйства.

Для модели была выбрана следующая форма функции спроса на электроэнергию со стороны населения:

$$q = cp^{\beta} y^{\gamma}. \quad (3)$$

Такая форма удобна для целей дальнейшего эконометрического оценивания и интерпретации параметров модели. В таком случае эластичность спроса населения по цене будет равна:

$$\frac{dq}{q} / \frac{dp}{p} = \frac{\partial \log q}{\partial \log p} = \beta, \quad (4)$$

а эластичность спроса населения по доходу:

$$\frac{dq}{q} / \frac{dy}{y} = \frac{\partial \log q}{\partial \log y} = \gamma. \quad (5)$$

Переходя к логарифмам от (3), можно получить эконометрическое уравнение для оценки краткосрочной эластичности электропотребления населением:

$$\log q_{it} = \alpha + \alpha_i + \beta \log p_{it} + \gamma \log y_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (6)$$

где используются панельные годовые данные за 2012–2016 гг.; индекс  $i$  определяет номер региона; индекс  $t$  – год;  $\varepsilon_{it}$  – случайная ошибка;  $\alpha_i$  – параметр, учитывающий региональные различия в запасах электропотребляющего оборудования (которые считаются постоянными на данном интервале времени).

В долгосрочном плане у потребителей электроэнергии есть возможность и время сформировать запас электропотребляющего оборудования оптимальным образом. Соответственно, долгосрочная модель напрямую не учитывает объем запасов электропотребляющего оборудования, подразумевая, что в долгосрочном плане оно формируется оптимальным образом – в зависимости от цен и доходов.

Таким образом, считая, что агрегированные за год показатели для регионов соответствуют долгосрочному равновесию, оценка долгосрочной эластичности спроса населения находится из эконометрического уравнения

$$\log q_i = \alpha + \beta \log p_i + \gamma \log y_i + \varepsilon_i, \quad (7)$$

где используются региональные кросс-секционные данные за 2012–2016 гг.

### 3.2. Модель с частичной корректировкой формирования спроса на электроэнергию для группы «Население»

Основываясь на работе (Alberini et al., 2011), можно рассмотреть модель формирования спроса  $q_{it}$  на электроэнергию населения в предположении, что оптимальное желаемое потребление электроэнергии  $q_{it}^*$  достигается не сразу, а с некоторым темпом  $\phi$  (в пределах от 0 до 1). Такая динамическая модель называется моделью частичной корректировки (partial adjustment model). Модель предполагает, что любое изменение электропотребления связано с изменением запасов электропотребляющего оборудования.

Таким образом, инерция изменения электропотребления может быть связана с тем, что в краткосрочном плане (в рамках года) недостаточно времени для изменения запасов электропотребляющего оборудования. Такая модель описывается формулой:

$$\begin{cases} \log q_{it}^* = \alpha + \beta \log p_{it} + \gamma \log y_{it} + \varepsilon_{it}, \\ \log q_{it} = \phi \log q_{it}^* + (1 - \phi) \log q_{i,t-1} + \eta_{it}, \end{cases} \quad (8)$$

где индекс  $\varepsilon_{it}$  и  $\eta_{it}$  – случайные ошибки;  $\alpha, \beta, \gamma, \phi$  – неизвестные параметры модели, подлежащие оценке.

Теперь оптимальное потребление  $q_{it}^*$  является ненаблюдаемым параметром. Решая систему (8), можно получить уравнение с наблюдаемыми параметрами – уравнение динамической модели:

$$\log q_{it} = \alpha\phi + (1 - \phi) \log q_{i,t-1} + \beta\phi \log p_{it} + \gamma\phi \log y_{it} + \xi_{it}. \quad (9)$$

Уравнение (9) можно оценивать эконометрическими методами с учетом ограничений, накладываемых возможной корреляцией ошибки и лага электропотребления (регрессора  $\log q_{i,t-1}$ ). При этом краткосрочная (т.е. в рамках одного периода – года) эластичность потребления по цене будет равна

$$\frac{dq_{it}}{q_{it}} / \frac{dp_{it}}{p_{it}} = \frac{\partial \log q_{it}}{\partial \log p_{it}} = \beta\phi. \quad (10)$$

В данной динамической модели, в случае если оптимальным (рациональным) является снижение потребления электроэнергии, снижение также будет происходить с некоторой инерцией. Такая инерция может соответствовать так называемому эффекту владения («endowment effect» в (Thaler, 1980)), который имеет объяснение в рамках теории перспектив («prospect theory» в (Thaler, 1980)). Относительно электроэнергетики эффект владения может быть связан с работой бытовых электропотребляющих приборов (возможно, устаревших и неэффективных с точки зрения энергосбережения), к которым происходит привыкание и от которых сложно отказаться, даже в пользу их более энергоэффективного аналога.

Инерция снижения электропотребления может быть также связана с тем, что население (домохозяйства) не сразу начинает осоз-

навать ошутимость роста цен на электроэнергию и/или ошутимость снижения собственных реальных доходов. Чтобы понять рациональность снижения электропотребления (более активно потреблять его по ночному тарифу, провести замену осветительных ламп накаливания, и т.п.), может потребоваться время.

### 3.3. Модель формирования спроса на электроэнергию для группы «Прочие потребители» (юридические лица)

Основываясь на классической теории фирмы (например, на работе (Shephard, 1970)), оптимизационную задачу для промышленного потребителя, в рамках которой формируется спрос на электроэнергию, можно записать в виде задачи минимизации издержек:

$$p_e q + p_l l + p_r r \longrightarrow \min_{q,l,r}, \quad \text{s.t.} \quad F(q,l,r) \geq y, \quad (11)$$

где  $F$  – производственная функция промышленного потребителя;  $q$  – объем потребления электроэнергии;  $l$  – спрос на труд;  $r$  – спрос на остальные факторы производства;  $p_e$  – цена на электроэнергию;  $p_l$  – цена на труд;  $p_r$  – цена на остальные факторы;  $y$  – реальная стоимость (объем) промышленного производства.

Спрос на электроэнергию со стороны промышленности будет оптимальным решением в задаче (11), и его можно записать в виде:

$$q = q^*(p, w, y), \quad (12)$$

где  $p = p_e / p_r$  – реальная цена на электроэнергию;  $w = p_l / p_r$  – реальная цена на труд.

Была выбрана следующая форма функции спроса на электроэнергию прочих (промышленных) потребителей:

$$q = c p^\beta w^\lambda y^\gamma. \quad (13)$$

Эластичность спроса прочих потребителей по цене –

$$\frac{dq}{q} / \frac{dp}{p} = \frac{\partial \log q}{\partial \log p} = \beta, \quad (14)$$

эластичность спроса прочих потребителей по объему –

$$\frac{dq}{q} / \frac{dy}{y} = \frac{\partial \log q}{\partial \log y} = \gamma. \quad (15)$$

Переходя к логарифмам от (13), можно получить следующее эконометрическое уравнение для оценки краткосрочной эластичности электропотребления прочими потребителями:

$$\log q_{it} = \alpha + \alpha_i + \beta \log p_{it} + \lambda \log w_{it} + \gamma \log y_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (16)$$

где используются панельные годовые данные за 2012–2016 гг.,  $\varepsilon_{it}$  – случайная ошибка,  $\alpha_i$  – параметр, учитывающий региональные различия в запасах электропотребляющего оборудования (которые считаются постоянными на данном интервале времени).

В предпосылках, аналогичных предпосылкам для группы «Население» в долгосрочной модели (7), оценки долгосрочной эла-

стичности спроса прочих потребителей находятся из эконометрического уравнения

$$\log q_i = \alpha + \beta \log p_i + \lambda \log w_i + \gamma \log y_i + \varepsilon_i, \quad (17)$$

где используются региональные кросс-секционные данные за 2012–2016 гг.

#### 4. Данные

База данных для целей эконометрического оценивания была подготовлена на основе источников Росстата и ФГБУ РЭА Минэнерго России. Перечень показателей приведен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Показатели базы данных для группы «Население»

Описание показателя	Обозначение показателя (уравнение, где используется показатель)	Период, число наблюдений	Источник или способ расчета для расчетных показателей	В расчете каких показателей использован (заполняется только для вспомогательных показателей)
Региональные годовые подушечные объемы потребления населением, кВт×ч/чел.	$q_i$ – (7), $q_{ii}$ – (6), (9)	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношением региональных объемов потребления населением и региональной численности населения	–
Объемы годового регионального потребления электроэнергии населением, млн кВт×ч.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539	Электробалансы Росстата	$q_i, q_{ii}$
Региональная численность постоянного населения, чел.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539	Росстат	$q_i, q_{ii}$
Реальные цены на электроэнергию в отношении населения.	$p_i$ – (7), $p_{ii}$ – (6), (9)	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношением цены на электроэнергию в отношении населения, и стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг	



Окончание таблицы 1

Описание показателя	Обозначение показателя (уравнение, где используется показатель)	Период, число наблюдений	Источник или способ расчета для расчетных показателей	В расчете каких показателей использован (заполняется только для вспомогательных показателей)
Цена на электроэнергию в отношении населения, руб./кВт×ч	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539	Расчетный показатель. Определяется обратным счетом, исходя из соответствующих годовых индексов цен, отталкиваясь от цен на электроэнергию в отношении населения за декабрь 2016 г.	$p_i, p_{ii}$
Цены на электроэнергию в отношении населения за декабрь 2016 г., руб./кВт×ч	Вспомогательный показатель	Кросс-секции за декабрь 2016 г., 77	Отчет о функционировании электроэнергетики за декабрь 2016 г. (итоговая редакция) ФГБУ РЭА Минэнерго России	$p_i, p_{ii}$
Индексы цен производителей по товарам и товарным группам, в отношении электроэнергии, отпущенной населению по регулируемым тарифам	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2011–2016 гг., 462	Росстат	$p_i, p_{ii}$
Реальные среднедушевые денежные доходы населения	$y_i - (7),$ $y_{ii} - (6), (9)$	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношением среднедушевых денежных доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг	
Среднедушевые денежные доходы населения, руб./чел.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539	Росстат	$y_i, y_{ii}$
Стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг, руб.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2010–2016 гг., 539	Росстат	$p_i, p_{ii},$ $y_i, y_{ii}$

Источник: составлено автором по данным Росстата и ФГБУ РЭА Минэнерго России.

Таблица 2

Показатели базы данных для группы «Прочие потребители»

Описание показателя	Обозначение показателя (уравнение, где используется показатель)	Период, число наблюдений	Источник или способ расчета для расчетных показателей	В расчете каких показателей использован (заполняется только для вспомогательных показателей)
Объемы потребления электроэнергии прочими потребителями, млн кВт×ч	$q_i$ – (17), $q_{ii}$ – (16)	Панельные данные за 2012-2016, 385 (77 кросс-секций)	Электробалансы Росстата. Показатель определяется равным полному объему потребления электроэнергии в регионе за вычетом потерь и потребления населением	
Реальные цены на электроэнергию в отношении прочих потребителей	$p_i$ – (17), $p_{ii}$ – (16)	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношению цены на электроэнергию в отношении потребителей, не относящихся к населению, к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг	
Цена на электроэнергию в отношении потребителей, не относящихся к населению, руб./кВт×ч	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385	Расчетный показатель. Определяется обратным счетом, исходя из соответствующих годовых индексов цен, отталкиваясь от цен на электроэнергию в отношении потребителей, не относящихся к населению, за декабрь 2016 г.	$p_i, p_{ii}$
Цена электроэнергии в отношении потребителей, не относящихся к населению, за декабрь 2016 г., руб./кВт×ч	Вспомогательный показатель	Кросс-секции за 2016 г., 77	Отчет о функционировании электроэнергетики за декабрь 2016 года (итоговая редакция) ФГБУ РЭА Минэнерго России	$p_i, p_{ii}$
Индексы цен производителей по товарам и товарным группам, в отношении электроэнергии, отпущенной различным категориям потребителей, исключая население	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2013–2016 гг., 308	Росстат	$p_i, p_{ii}$

Окончание таблицы 2

Описание показателя	Обозначение показателя (уравнение, где используется показатель)	Период, число наблюдений	Источник или способ расчета для расчетных показателей	В расчете каких показателей использован (заполняется только для вспомогательных показателей)
Реальный валовый региональный продукт	$y_i - (17),$ $y_{ii} - (16)$	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношением валового регионального продукта в основных ценах к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг	
Валовый региональный продукт в основных ценах, тыс. руб.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385	Росстат	$y_i, y_{ii}$
Реальные цены на труд	$w_i - (17),$ $w_{ii} - (16)$	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385 (77 кросс-секций)	Расчетный показатель. Определяется равным отношением среднелюдных денежных доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг	
Среднелюдные денежные доходы населения, руб./чел.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385	Росстат	$w_i, w_{ii}$
Стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг, руб.	Вспомогательный показатель	Панельные данные за 2012–2016 гг., 385	Росстат	$p_i, p_{ii},$ $y_i, y_{ii},$ $w_i, w_{ii}$

Источник: составлено автором по данным Росстата и ФГБУ РЭА Минэнерго России.

В подготовленной базе данных данные для Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, Архангельской области и Ненецкого автономного округа представлены агрегированно.

В подготовленной базе данных отсутствуют данные по Белгородской области, Чеченской Республике и Республике Ингушетии, в связи с отсутствием полного набора статистических наблюдений по индексам цен.

В подготовленной базе данных отсутствуют данные по Республике Крым и г. Севастополь в связи с отсутствием полного количества наблюдений за рассматриваемый период, а также в связи

с искажениями объемных показателей потребления электроэнергии за 2015–2016 гг., вызванными энергетической блокадой полуострова со стороны Украины, полное снятие которой произошло с запуском в 2016 г. на полную мощность энергомоста через Керченский пролив<sup>6</sup>.

Для иллюстрации приведены диаграммы рассеяния (рис. 1–4) логарифмированных показателей подготовленной базы данных, которые использовались в эконометрическом оценивании.

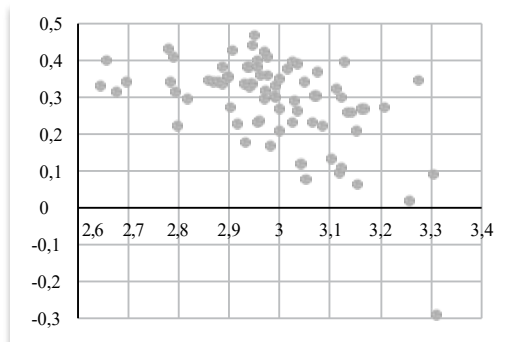


Рис. 1

Логарифмированные реальные цены для группы «Население» (кросс-секции за 2016 г.)

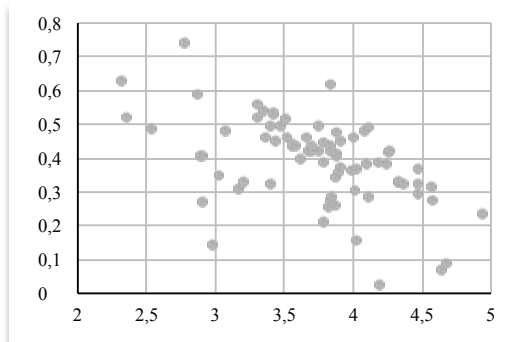


Рис. 2

Логарифмированные реальные цены для группы «Прочие потребители» (кросс-секции за 2016 г.)

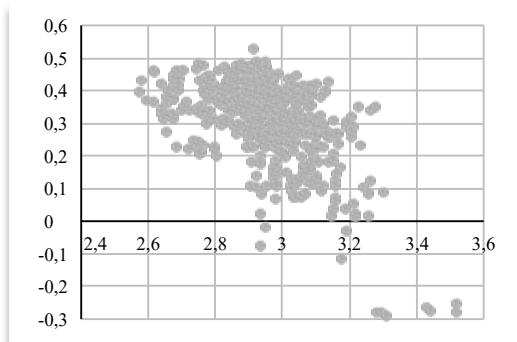


Рис. 3

Логарифмированные реальные цены для группы «Население» (панель за 2010–2016 гг.)

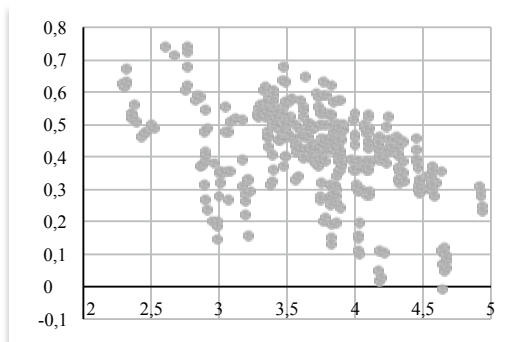


Рис. 4

Логарифмированные реальные цены для группы «Прочие потребители» (панель за 2012–2016 гг.)

Тестирование панельных рядов на нестационарность было проведено с использованием стандартных средств EViews. В табл. 3 представлены результаты тестирования гипотез о наличии единичного корня для логарифмированных показателей, которые были использованы в эконометрическом оценивании. Как можно увидеть из данных, представленных в табл. 3, нулевые гипотезы о нестационарности (о наличии единичного корня) логарифмированных панельных рядов отвергаются.

<sup>6</sup> См. <https://ria.ru/economy/20160511/1431325970.html>.

Таблица 3

Результаты панельных тестов на наличие единичного корня по методу Levin–Lin–Chu

Показатель (логарифм)	Значение статистики	Значимость	Число кросс-секций	Число наблюдений	Период
Среднедушевые объемы потребления электроэнергии населением	-12,17	0,000	77	385	2012–2016 гг.
Реальные цены на электроэнергию для группы «Население»	-11,13	0,000			
Реальные среднедушевые денежные доходы населения	-15,27	0,000			
Объемы потребления электроэнергии для группы «Прочие потребители»	-19,84	0,000			
Реальные цены на электроэнергию для группы «Прочие потребители»	-16,83	0,000			
Реальный валовый региональный продукт	-24,42	0,000			

Источник: расчеты автора.

## 5. Результаты эконометрического оценивания

### 5.1. Результаты эконометрического оценивания базовой модели для группы «Население»

Для оценки краткосрочной ценовой эластичности для группы «Население» было проведено эконометрическое оценивание уравнения (6) на панельных данных методом наименьших квадратов с фиксированными региональными (кросс-секционными) эффектами (cross section fixed effects), которые, в числе прочего, учитывают возможные региональные различия (из-за различий в климатических условиях), и фиксированными временными эффектами (period fixed effects) для учета различных год от года температурных факторов.

Для оценки долгосрочной ценовой эластичности для группы «Население» было проведено эконометрическое оценивание уравнения (7) на кросс-секционных данных за 2016 г. методом наименьших квадратов. Дополнительно в справочных целях проведены регрессии на кросс-секционных данных за 2012 г. и на кросс-секционных данных средних – за 2012–2016 гг. Как видно из данных, приведенных в табл. 4, оценки на различных кросс-секционных данных существенно не различаются.

В табл. 4 представлены результаты эконометрических оценок краткосрочного уравнения (6) и долгосрочного уравнения (7) для группы «Население» на данных из табл. 1. Результаты показывают, что оценка ценовой эластичности составила  $-0,19$  в краткосрочном плане, и порядка  $-0,7$  –  $-0,6$  в долгосрочном плане.

Таблица 4

Эконометрические оценки базовой модели для группы «Население»

Показатель	Модель			
	Краткосрочная модель (оценка на годовых панельных данных)	Долгосрочная модель (оценка на кросс-секционных данных)		
Эластичность по цене на электроэнергию ( $\beta$ )	-0,19 [0,10]*	-0,61 [0,11]***	-0,66 [0,11]***	-0,65 [0,11]***
Эластичность по доходу ( $\gamma$ )	0,04 [0,12]	0,42 [0,15]***	0,33 [0,17]*	0,42 [0,15]***
$R^2$	-	0,34	0,37	0,39
$R^2$ (within)	0,20	-	-	-
$R^2$ (between)	0,36	-	-	-
$R^2$ (overall)	0,29	-	-	-
F-статистика	12,59***	19,16***	21,61***	23,62***
Число наблюдений	385	77	77	77
Временной интервал	2012–2016 гг.	2016 г.	2012 г.	Средние за 2012–2016 гг.

**Примечание.** В таблице символами «\*», «\*\*», «\*\*\*» отмечены оценки, значимые на уровне 10, 5 и 1% соответственно; в квадратных скобках приведено стандартное отклонение.

Источник: расчеты автора.

В дополнение к оценкам параметров краткосрочной модели для населения, представленным в табл. 4, в табл. 5 приводятся оценки временных эффектов, полученные при оценке этой модели.

С использованием стандартных средств EVIEWS было проведено тестирование гетероскедастичности долгосрочной модели. В табл. 6 представлены результаты тестов Breusch-Pagan-Godfrey на гетероскедастичность долгосрочного уравнения (7). Эти оценки показывают, что результаты тестов не отвергают нулевой гипотезы о гомоскедастичности модели.

Таблица 5

Оценки временных эффектов в рамках краткосрочной модели для группы «Население»

Год	2012	2013	2014	2015	2016
Оценка временного эффекта	-0,04	-0,02	-0,01	0,01	0,06

Источник: расчеты автора.

Таблица 6

Результаты тестов Breusch-Pagan-Godfrey на гетероскедастичность долгосрочного уравнения (7) для группы «Население»

Показатель	Временной интервал		
	2016 г.	2012 г.	Средние за 2012–2016 гг.
Число наблюдений	77	77	77
Статистика $\chi^2(2)$	0,99	1,63	0,50
Значимость	0,61	0,44	0,78

Источник: расчеты автора.

### 5.2. Результаты эконометрического оценивания модели с частичной корректировкой для группы «Население»

Дополнительно для группы «Население» было проведено эконометрическое оценивание динамического уравнения (9) обобщенным методом моментов с фиксированными временными эффектами (period fixed effects) на панельных данных за 2010–2016 гг. Региональные (кросс-секционные) эффекты (cross-section effects) исключались взятием первых разностей. В качестве инструментов были использованы лаги регрессоров величины 2 и более, как в (Мишура, 2011).

В табл. 7 представлены результаты эконометрической оценки уравнения (9) для группы «Население» на данных из табл. 1. В данной модели для группы «Население» оценка краткосрочной ценовой эластичности составила  $-0,24$ .

Таблица 7

Эконометрические оценки модели частичной корректировки для группы «Население»

Показатель	Значение	Показатель	Значение
$1 - \phi$	0,43 [0,06]***	Значение J-статистики (значимость)	39,51 (0,58)
$\beta\phi$	$-0,24$ [0,08]***	Ранг матрицы инструментов	50
$\gamma\phi$	0,09 [0,13]	Число наблюдений	385

**Примечание.** В таблице символами «\*», «\*\*», «\*\*\*» отмечены оценки, значимые на уровне 10, 5 и 1% соответственно; в квадратных скобках приведено стандартное отклонение.

Источник: расчеты автора.

Как можно увидеть из данных, представленных в табл. 7, J-статистика (Sargan-Hansen J-test) не отвергает нулевую гипотезу о корректности модели.

В связи с наличием в уравнении (9) в качестве одного из регрессоров лага зависимой переменной, автокорреляция в ошибках модели означала бы нежелательную корреляцию между ошибками модели с регрессором. В этой связи было проведено тестирование автокорреляции в ошибках данной модели. Тестирование автокорреляции было проведено с использованием стандартных средств EViews, предусмотренных для уравнений, оценка которых проведена на основании обобщенного метода моментов (GMM).

В табл. 8 представлены результаты теста Arellano–Bond на серийную корреляцию для ошибок модели (9) после взятия первых разностей, т.е. для ряда  $\xi_t - \xi_{t-1}$ . Для этих ошибок статистика (m-статистика) для лага 2-порядка незначима, при том что статистика для лага 1-порядка имеет значимое отрицательное значение. Такой результат мог быть получен при отсутствии автокорреляции ошибок модели в уровнях (до взятия первых разностей), т.е. в самих ошибках  $\xi_t$  модели (9). Таким образом, результаты тестирования свидетельствуют в пользу отсутствия автокорреляции в ошибках  $\xi_t$  модели (9). В дополнение к оценкам параметров модели частичной корректировки для группы «Население» (см. табл. 7) в табл. 9 приводятся оценки временных эффектов.

Таблица 8

Результаты теста Arellano–Bond на серийную корреляцию ошибок для модели (9) после взятия первых разностей

Порядок	Значение статистики	Значимость
AR(1)	-3,65	0,0003
AR(2)	0,47	0,6373

Источник: расчеты автора.

Таблица 9

Оценки временных эффектов в модели частичной корректировки для группы «Население»

Год	2012	2013	2014	2015	2016
Оценка временного эффекта	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08

Источник: расчеты автора.

### 5.3. Результаты эконометрического оценивания модели для группы «Прочие потребители» (юридические лица)

Для оценки краткосрочной ценовой эластичности для группы «Прочие потребители» было проведено эконометрическое оценивание уравнения (16) на панельных данных методом наименьших квадратов с фиксированными региональными (кросс-секционными) эффектами (cross section fixed effects), которые, в числе прочего, учитывают



возможные региональные различия из-за различий климатических условий, и фиксированными временными эффектами (period fixed effects) для фиксации различных год от года температурных факторов.

Для оценки долгосрочной ценовой эластичности по группе «Прочие потребители» было проведено эконометрическое оценивание уравнения (17) на кросс-секционных данных за 2016 г. методом наименьших квадратов. При этом для фиксации различных территориальных факторов, связанных с климатическими условиями и историческим освоением территории, в уравнение для прочих потребителей были добавлены фиктивные переменные по восьми федеральным округам. Дополнительно в справочных целях проведены регрессии на кросс-секционных данных за 2012 г. и на кросс-секционных данных средних за 2012–2016 гг. Как и в случае оценок для населения, оценки на различных кросс-секционных данных для группы «Прочие потребители» существенно не различаются между собой.

В табл. 10 представлены результаты эконометрических оценок краткосрочного уравнения (16) и долгосрочного уравнения (17) для группы «Прочие потребители» на данных из табл. 2.

Таблица 10

Эконометрические оценки модели для группы «Прочие потребители»

Показатель	Модель			
	Краткосрочная модель (оценка на годовых панельных данных)	Долгосрочная модель (оценка на кросс-секционных данных)		
Эластичность по цене на электроэнергию ( $\beta$ )	-0,04 [0,05]	-1,17 [0,21]***	-1,13 [0,19]***	-1,22 [0,21]***
Перекрестная эластичность по цене на труд ( $\lambda$ )	0,19 [0,08]**	0,29 [0,44]	-0,11 [0,39]	0,07 [0,42]
Эластичность по объему продукции («по доходу»)( $\gamma$ )	0,20 [0,07]***	0,81 [0,08]***	0,90 [0,07]***	0,85 [0,08]***
$R^2$	–	0,90	0,90	0,90
$R^2$ (within)	0,06	–	–	–
$R^2$ (between)	0,80	–	–	–
$R^2$ (overall)	0,80	–	–	–
F-статистика	2,89***	58,30***	57,66***	58,38***
Число наблюдений	385	77	77	77
Временной интервал	2012–2016 гг.	2016 г.	2012 г.	Средние за 2012–2016гг.

**Примечание.** В таблице символами «\*», «\*\*», «\*\*\*» отмечены оценки, значимые на уровне 10, 5 и 1% соответственно; в квадратных скобках приведено стандартное отклонение.

Источник: расчеты автора.

Как можно увидеть из данных, представленных в табл. 10, для группы «Прочие потребители», оценка ценовой эластичности составила  $-0,04$  в краткосрочном плане (незначимо отличаясь от нуля) и порядка  $-1,2 \div -1,1$  – в долгосрочном плане. Краткосрочная эластичность по объему продукции  $\gamma$  равна  $0,20$ . Столь низкое значение эластичности по сути отражает тот факт, что электроэнергия является товаром первой необходимости. Действительно, краткосрочное уравнение (16), оценки которого приведены в табл. 10, является решением оптимизационной задачи (11) для минимизации издержек. Двойственной задачей к задаче (11) будет задача максимизации выпуска продукции при бюджетном ограничении издержек (дохода). Если в качестве аппроксимации доступного уровня дохода (издержек) использовать уровень ВРП, то для спроса на электроэнергию в рамках решения двойственной задачи можно получить уравнение, аналогичное уравнению (16), в котором  $\gamma$  будет являться эластичностью по доходу. Как известно, невысокая (менее 1) положительная эластичность спроса по уровню дохода характерна для товаров первой необходимости.

В дополнение к оценкам параметров краткосрочной модели в табл. 11 приводятся оценки временных эффектов. В табл. 12 представлены результаты тестов Breusch–Pagan–Godfrey на гетероскедастичность долгосрочного уравнения (17), которые проведены с использованием стандартных средств EViews. Результаты тестов не отвергают нулевую гипотезу о гомоскедастичности модели на данных за 2012 г., а также на средних за 2012–2016 гг.

**Таблица 11**

Оценки временных эффектов в рамках краткосрочной модели для группы «Прочие потребители»

Год	2012	2013	2014	2015	2016
Оценка временного эффекта	$-0,01$	$-0,01$	$0,00$	$0,00$	$0,02$

Источник: расчеты автора.

**Таблица 12**

Результаты тестов Breusch–Pagan–Godfrey на гетероскедастичность долгосрочного уравнения (17) для группы «Прочие потребители»

Показатель	Временной интервал		
	2016 г.	2012 г.	Средние за 2012–2016 гг.
Число наблюдений	77	77	77
Статистика	17,60	11,57	13,90
Значимость	0,06	0,32	0,18

Источник: расчеты автора.

## 6. Заключение

В настоящей работе получены эконометрические оценки краткосрочной и долгосрочной ценовой эластичности спроса на электроэнергию отдельно по группам «Население» и «Прочие потребители». Эконометрическая оценка краткосрочной ценовой эластичности спроса прочих потребителей в России (без учета некоторых регионов страны по причинам, указанным в разд. 4) является новым результатом для отечественной литературы. Представляется, что оценка краткосрочной ценовой эластичности может использоваться, например, в приложениях моделей олигополии на рынке электроэнергии (Куковеров, 2018), в которых возможные стратегии экономических агентов (например, поставщиков электроэнергии на спотовом оптовом рынке) могут определяться краткосрочной ценовой эластичностью спроса при ряде предположений, – таких, например, как отсутствие или слабое внимание со стороны регулятора.

Как можно было ожидать, краткосрочная (в рамках одного года) эластичность потребления электроэнергии по цене невелика и составляет (по модулю) порядка 0,2 для населения и 0,04 – для прочих потребителей, незначимо отличаясь от нуля для группы «Прочие потребители». Действительно, в краткосрочном плане сложно найти замену электроэнергии. Эти оценки краткосрочной ценовой эластичности сопоставимы с краткосрочными оценками в работе (Labandeira et al., 2012), полученными на данных по Испании, а также с краткосрочными оценками в работе (Мишура, 2011), полученными на данных по России для группы «Население».

И для населения, и для прочих потребителей оценки долгосрочной ценовой эластичности существенно выше оценок краткосрочной эластичности и составляют (по модулю) порядка 0,6 для населения и 1,2 – для прочих потребителей. Вероятно, для группы «Прочие потребители» это связано с тем, что в долгосрочном плане есть возможность внедрять энергосберегающие технологии и (или) собственные источники электроэнергии. Полученные автором оценки долгосрочной ценовой эластичности являются сопоставимыми с оценками из (Мишура, 2009) для России, где для промышленных потребителей приведены оценки только долгосрочной ценовой эластичности, и из (Мишура, 2011), где для группы «Население» приведены оценки в том числе долгосрочной ценовой эластичности.

Таким образом, представляется целесообразным учитывать существование долгосрочной ценовой эластичности при формировании долгосрочных прогнозов потребления электроэнергии при наличии ожиданий роста цен.

В качестве примера можно рассмотреть ситуацию, изображенную на рис. 5. По данным журнала «Эксперт» (со ссылкой на ИНЭИ РАН), на этом рисунке изображены сформированные приблизительно в 2000 г. прогнозы динамики потребления в ЕЭС (прогноз

уровня требуемой мощности) и динамики установленных в ЕЭС мощностей электростанций (прогноз уровня установленной мощности). Последний убывает в связи с прогнозируемым выводом из эксплуатации устаревающего оборудования. Две кривые пересекаются. Чтобы лучше понять смысл рисунка, надо представить себя в 2000 г. Тогда этот рисунок означает, что в год пересечения кривых ожидается, что энергопотребление достигнет потолка установленной мощности, после чего в ЕЭС возникнет дефицит энерго мощностей и энергетика начнет тормозить рост экономики страны.

Данный феномен получил название «крест Чубайса». Академик А.А. Макаров, руководитель ИНЭИ РАН, в 2007 г. сказал, что: «Крест Чубайса прогнозировали ученые, а несет его Чубайс»<sup>8</sup>. Дело в том, что А.Б. Чубайс был председателем правления РАО ЕЭС (с 1998 г. до ликвидации Общества в 2008 г.), а прогноз энергодефицита предшествовал реформе системы отношений в электроэнергетике и последующей приватизации генерирующих активов РАО ЕЭС.

Как было отмечено, в соответствии с реформой электроэнергетики реальная цена на электроэнергию для группы «Прочие потребители» выросла на 20% в связи с либерализацией рынка в 2006–2010 гг., а новые собственники электростанций, согласно договорам о предоставлении мощности (ДПМ), должны были в установленные сроки осуществить модернизацию и строительство новых генерирующих мощностей. В результате в настоящий момент в ЕЭС насчитывается порядка 240 ГВт установленной генерирующей мощности электростанций, при том что исторический максимум потребления составляет 157,5 ГВт.

Таким образом, сегодня сложно согласиться со словами А.А. Макарова, что крест Чубайса несет А.Б. Чубайс. Фактически получается, что крест Чубайса несут конечные потребители электроэнергии, которые оплачивают невостребованную установленную мощность, в том числе по ценам ДПМ, предусматривающим возврат инвестированного капитала и соответствующих процентов. В первую очередь это касается группы «Прочие потребители» (т.е. юридических лиц), но косвенно и населения, которое оплачивает товары и услуги по ценам, включающим себестоимость электроэнергии.

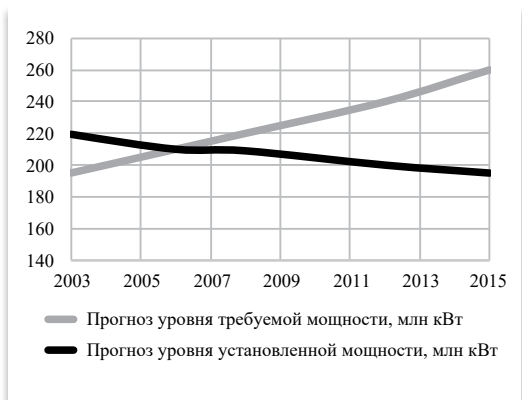


Рис. 5

Крест Чубайса

Источник: журнал «Эксперт»<sup>7</sup> со ссылкой на ИНЭИ РАН.

<sup>7</sup> См. (Есть у реформы начало..., 2012).

<sup>8</sup> См. (Академик Алексей Макаров..., 2007).

Были ли учтены сдерживающие долгосрочные эффекты роста цен, связанного с либерализацией рынка в 2006–2010 гг., в прогнозах электропотребления, которые легли в основу количественных параметров ДПМ? Если и были, то явно недостаточно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Академик Алексей Макаров: «Крест Чубайса» прогнозировали ученые, а несет его Чубайс...». Интервью А.А. Макарова для газеты «Известия» (2007). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ras.ru/digest/shownews.aspx?id=e9d8a7d5-d857-4b20-8ac6-f2223a35d70d>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: июнь 2018 г.).
- Есть у реформы начало, нет у реформы конца (2012). [Электронный ресурс] // Эксперт *online*. № 20 (803). Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2012/20/est-u-reformyi-nachalo-net-u-reformyi-kontsa/media/141811>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: июнь 2018 г.).
- Куковеров М.В.** (2018). Об альтернативе маржинального ценообразования на рынке электроэнергии. IX Московская международная конференция по исследованию операций (ORM-2018 Germeyer-100). Т. 2. С. 253–256. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://orm.io.cs.msu.ru/ORM2018\\_part\\_2.pdf](http://orm.io.cs.msu.ru/ORM2018_part_2.pdf), свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: июнь 2018 г.).
- Мишура А.В.** (2009). Оценка эластичности спроса на электроэнергию основных групп производственных потребителей в России // *Регион: экономика и социология*. № 2. С. 110–124.
- Мишура А.В.** (2011). Оценка эластичности спроса на электроэнергию со стороны населения в России // *Вестник НГУ. Серия: социально-экономические науки*. Т. 11. № 2. С. 92–101.
- Alberini A., Gans W., Velez-Lopez D.** (2011). Residential Consumption of Gas and Electricity in the U.S.: The Role of Prices and Income // *Energy Economics*. Vol. 33 (5). P. 870–881.
- Bentham J.** (1780). An Introduction to the Principles of Morals and Legislation. Chapter I: Of the Principle of Utility. London: T. Payne & Son.
- Edgeworth F.Y.** (1894). The Measurement of Utility by Money // *The Economic Journal*. Vol. 4 (14). P. 342–348.
- Houthakker H.S.** (1951). Some Calculations on Electricity Consumption in Great Britain // *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. Vol. 114 (3). P. 359–371.
- Labandeira X., Labeaga J., López-Otero X.** (2012). Estimation of Elasticity Price of Electricity with Incomplete Information // *Energy Economics*. Vol. 34 (3). P. 627–633.
- Shephard R.** (1970). Theory of Cost and Production Functions. Princeton: Princeton University Press.
- Thaler R.** (1980). Toward a Positive Theory of Consumer Choice // *Journal of Economic Behavior & Organization*. Vol. 1(1). P. 39–60.

Поступила в редакцию 28.06.2018 г.

## REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Academician A. Makarov: “Chubaisian Cross” Was Invented by Scientists, but the One Who Carries it is Chubais (2007). Interview of A.A. Makarov for the newspaper “Izvestia”. Available at: <http://www.ras.ru/digest/showdnews.aspx?id=e9d8a7d5-d857-4b20-8ac6-f2223a35d70d> (accessed: June 2018, in Russian).
- Alberini A., Gans W., Velez-Lopez D.** (2011). Residential Consumption of Gas and Electricity in the U.S.: The Role of Prices and Income. *Energy Economics*, 33 (5), 870–881.
- Bentham J.** (1780). An Introduction to the Principles of Morals and Legislation. Chapter I: Of the Principle of Utility. London: T. Payne & Son.
- Edgeworth F. Y.** (1894). The Measurement of Utility by Money. *The Economic Journal*, 4 (14), 342–348.
- Houthakker H. S.** (1951). Some Calculations on Electricity Consumption in Great Britain. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 114 (3), 359–371.
- Kukoverov M.V.** (2018). On the Alternative of Marginal Pricing in the Electricity Market. IX Moscow International Conference on Operations Research (ORM2018). Proceedings. Volume II, 253–256. Available at: [http://orm.io.cs.msu.ru/ORM2018\\_part\\_2.pdf](http://orm.io.cs.msu.ru/ORM2018_part_2.pdf) (accessed: June 2018, in Russian).
- Labandeira X., Labeaga J., López-Otero X.** (2012). Estimation of Elasticity Price of Electricity with Incomplete Information. *Energy Economics*, 34 (3), 627–633.
- Mishura A.V.** (2009). Estimation of Industrial Electricity Demand Elasticity in Russia. *Region: Economics and Sociology*, 2, 110–124 (in Russian).
- Mishura A.V.** (2011). Estimation of Households’ Electricity Demand Elasticity in Russia. *Vestnik NGU. Seria: Social-Economic Sciences*, 11, 2, 92–101 (in Russian).
- Shephard R.** (1970). Theory of Cost and Production Functions. Princeton: Princeton University Press.
- Thaler R.** (1980). Toward a Positive Theory of Consumer Choice. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1 (1), 39–60.
- There is the Beginning of the Reform, but not the End (2012). *Expert online*, 20 (803). Available at: <http://expert.ru/expert/2012/20/est-u-reformyi-nachalonet-u-reformyi-kontsa/media/141811> (accessed: June 2018, in Russian).
- Vasin A., Kartunova P.** (2015). Auctions of Homogeneous Goods: Game-Theoretic Analysis. *Contributions to Game Theory and Management*, 8, 315–335.

Received 28.06.2018

**M.V. Kukoverov**

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

## On Price Elasticity of Electricity Demand

**Abstract.** The paper provides the econometric estimates of short-run and long-run price elasticities of electricity demand for different categories of customers. Both for residential and for non-residential sectors the estimates (in absolute value) of short-run price elasticity are low, while the estimates of long-run price elasticity are high. Consequently, long-run projections of electricity demand under expectations

of increase of energy prices should take into account the long-run price elasticity. The estimates of short-run price elasticity for non-residential sector can be used in models of imperfect competition in the electricity market, under a number of assumptions, such as the absence or weak attention of the regulator, when possible strategies of economic agents (such as electricity suppliers in the spot market) may depend on the short-run price elasticity of demand.

**Keywords:** *electricity demand, price elasticity of demand, sectoral planning, capacity excess in UPS, operations research, econometric estimation.*

JEL Classification: C44, L52, L94.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-42-2-4