

Экономика отраслевых рынков

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА НАСЕЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПО ДОХОДАМ: НУЖНО ЛИ ДИВЕРСИФИЦИРОВАТЬ ТАРИФ?

Карэн ТУМАНЯНЦ

Карэн Авакович Туманянц —
кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономической теории,
мировой и региональной экономики,
Волгоградский государственный университет
(РФ, 400062, Волгоград, Университетский пр., 100).
E-mail: tumanjancka@volsu.ru

Аннотация

Работа оценивает, как уровень благосостояния домашнего хозяйства в России влияет на объем расходуемой им электроэнергии. По результатам моделирования данных Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS-HSE) установлено, что зависимость между среднедушевым доходом семьи и количеством потребленного электричества существует, однако имеет разный характер в разных условиях. Спрос на электроэнергию по доходу неэластичен как у городского, так и у сельского населения. Однако потребление горожан лучше описывается линейной функцией, а сельских жителей — квадратичной. Влияние тарифа на электроэнергию статистически не значимо для потребления городских жителей, тогда как для жителей села ценовая эластичность спроса на электричество близка к единице. Применение в некоторых регионах социальной нормы потребления при тарификации электроэнергии не повлияло на уровень эластичности объемов потребления по доходам. Однако обнаружены аномалии, свидетельствующие о вынужденной экономии электричества ради оплаты его по минимальному тарифу. В работе оценено, как спрос на электроэнергию в городской и сельской местности зависит от ряда не доходных детерминант: количества и возраста членов семьи, площади жилья и других факторов. Сделан вывод о нецелесообразности дифференциации тарифа по объемам потребления в России, поскольку рост стоимости электроэнергии может затронуть низкодходные слои населения, что повысит уровень бедности в стране. Если проблема перекрестного субсидирования в российской энергетике все-таки будет решаться путем дифференциации цен для населения, количество интервалов и, соответственно, цен должно быть больше двух, а пороговые значения объема потребления должны устанавливаться с учетом не доходных детерминант на различном уровне для разных социальных групп.

Ключевые слова: перекрестное субсидирование, эластичность спроса населения по доходу, электричество, дифференцированные по объему потребления цены, социальная норма потребления.

JEL: D12, L94.

Введение

Стоимость электроэнергии для населения в России по-прежнему формируется на нерыночной основе. Опасаясь ухудшить положение большей части домашних хозяйств, государство устанавливает тарифы на уровне ниже экономически обоснованного. Для компенсации потерь энергетиков стоимость электричества для прочих категорий потребителей, прежде всего для промышленных предприятий, напротив, завышается. Негативные последствия механизма ценообразования, основанного на перекрестном субсидировании, хорошо изучены [Туманянц, Зайцева, 2019]; они связаны с искажением стимулов производителей и потребителей. В частности, наблюдается следующее:

- снижаются инвестиции в энергетическом секторе;
- снижается конкурентоспособность промышленных энергоемких предприятий;
- крупные промышленные потребители создают собственные, относительно неэффективные источники электроэнергии;
- более энергопотребляющие домашние хозяйства (как правило, более зажиточные) получают благодаря низким тарифам больший объем дотаций, чем малоимущие.

Несмотря на большое число нормативных актов, принятых государством, размеры перекрестного субсидирования в российской энергетике не снижаются и в 2019 году оценивались экспертами в диапазоне от 250 до 350 млрд руб. Аналогичная проблема существует и в большинстве развивающихся стран. Развитые страны столкнулись с необходимостью поиска компромисса между социальными и экономическими последствиями тарифной политики в электроэнергетике еще в период энергетического кризиса 1970-х. Именно тогда впервые был использован механизм многоярусного ценообразования (*tiered pricing*), когда с ростом объемов потребляемой домашним хозяйством электроэнергии увеличивалась и ее стоимость.

С тех пор те или иные вариации механизма используются во многих развитых и развивающихся странах [Kojima et al., 2014; Olivier, Ruggeri Laderchi, 2018]. Наиболее масштабный прецедент перехода на дифференцированные цены в розничном потреблении электроэнергии демонстрирует Китай начиная с 2008 года. В России предполагалось внедрение двухуровневого тарифа для населения, но по социальным соображениям федеральные органы власти отказались от реализации этого проекта. По состоянию на 2020 год только в шести субъектах РФ стоимость электриче-

ства для населения различается в пределах социальной нормы потребления и сверх нее.

Тем не менее дискуссии о целесообразности многоярусного ценообразования на розничном рынке электроэнергии продолжаются и в России, и за рубежом. Ключевой проблемой выступает характер зависимости объема расходуемого электричества от уровня благосостояния домашнего хозяйства. Исследовательские оценки коэффициента эластичности объемов потребления электроэнергии по доходам находятся в очень широком диапазоне. Существенно, что при неэластичности спроса велик риск значительного негативного влияния повышения тарифов на уровень жизни малоимущих слоев населения.

Цель настоящего исследования — проверка гипотезы об эластичности потребления электричества в зависимости от дохода домашних хозяйств в России на основе данных Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS-HSE). Работа структурирована следующим образом. В первой части анализируются методологические подходы и результаты изучения рассматриваемой проблематики, представленные в научных публикациях. Во второй описываются предлагаемая модель и используемая информационная база. Третий раздел посвящен результатам моделирования и их обсуждению. Выводы и предложения представлены в заключительной части статьи.

1. Проблематика потребления электроэнергии различными доходными группами населения в работах зарубежных и отечественных ученых

Исследования, посвященные изучению характера потребления электричества и факторов, на него влияющих, сформировали в научной литературе по энергоресурсам отдельное направление demand side management, которое противопоставляется supply side management. Не линейный, а прогрессивный способ ценообразования на приобретаемые ресурсы, когда цена за единицу блага повышается с ростом количества потребляемых единиц, впервые был описан в работе Мартина Фельдштейна [Feldstein, 1972]. Позднее преимущества использования дифференцированных тарифов на примере малообеспеченных групп населения в развитых странах продемонстрировал Майкл Хеннеси [Hennessy, 1984]. Наличие позитивной взаимосвязи между потреблением электроэнергии и уровнем дохода отмечалось также в работах [Hara et al., 2015; Herriges, King, 1994; Kamerschen, Porter, 2004; Wang et al., 2012].

С конца XX века фокус публикаций, значительная часть которых осуществлялась под эгидой международных организаций, прежде всего Всемирного банка, смещается от развитых к развивающимся странам и странам с переходной экономикой, где требуется решение проблемы нерыночного ценообразования и обеспечения финансовой устойчивости энергетического сектора [Туманянц и др., 2019a]. Методология первоначальных исследований отражала внимание исследователей к динамике цен на коммунальные услуги и к их доле в расходах семейного бюджета [Gupta et al., 2000] или тому, какова в группах домохозяйств с разным уровнем дохода доля населения, имеющего доступ к коммунальной инфраструктуре и потребляющего соответствующие ресурсы¹ [Asad et al., 2005].

Однако довольно быстро стало понятно, что такие методики дают грубые результаты и не способны учесть различия в потребительском поведении домашних хозяйств с разными уровнями достатка. Например, в работе [Komives et al., 2005] было отмечено, что ежемесячное душевое потребление электричества у бедных и средних слоев населения различается несущественно, а богатейшие семьи демонстрируют значительный отрыв даже от верхнего среднего класса. Отчасти применение упрощенных методологических подходов было обусловлено отсутствием достаточного объема микроданных о социально-экономических и демографических характеристиках населения в развивающихся странах и государствах с переходной экономикой.

В отсутствие надежной информации, необходимой для определения функции спроса населения на электроэнергию, было предложено применять коэффициент эластичности объема потребления по доходам и ценам [Freund, Wallich, 1997]. В частности, использование значений коэффициентов эластичности позволило смоделировать последствия изменения цен на электроэнергию для уровня жизни населения и размеров требуемого субсидирования [Borenstein, 2012; Silva et al., 2007]. Исходными данными в научных публикациях являются статистические показатели [Куковеров, 2019; Мишура, 2011; Туманянц и др., 2019b; Liao, Cao, 2018], информация энергоснабжающих компаний [Borenstein, 2012; Ye et al., 2018], но в большинстве исследований [Khanna et al., 2016; Silva et al., 2007; 2018; Tilov et al., 2020; Zhang, Lin, 2018] используются

¹ Maintaining Utility Services for the Poor: Policies and Practices in Central and Eastern Europe and the Former Soviet Union. Washington, DC: World Bank, 2000. <http://documents.worldbank.org/curated/en/809731468094178718/Maintaining-utility-services-for-the-poor-policies-and-practices-in-Central-and-Eastern-Europe-and-the-Former-Soviet-Union>.

данные социологических обследований. Однако в России количественное измерение свойств функции спроса на электроэнергию на основе результатов опроса населения еще не проводилось.

Практически во всех публикациях коэффициент эластичности по доходам имеет положительный знак, хотя его значение находится в весьма широком диапазоне от 0,12 в Казахстане [Atakhanova, Nowie, 2007], что является примером неэластичности спроса, до 1,55 в Китае [Lin et al., 2014], что соответствует высокоэластичному спросу. Разброс получаемых значений эластичности послужил импульсом к поиску факторов, влияющих на поведение потребителей на розничном рынке электроэнергии. Например, отдельная оценка чувствительности спроса на электричество к изменению доходов в зависимости от типа населенного пункта демонстрирует более низкие значения у сельских жителей [Мишура, 2011; Lin et al., 2014; Yin et al., 2016].

Значимым оказывается фактор времени: краткосрочная эластичность всегда ниже долгосрочной [Мишура, 2011; Atakhanova, Nowie, 2007; Yin et al., 2016]. Среди других факторов учеными выделяются уровень тарифов на электроэнергию и другие виды ресурсов (газ, уголь, дрова), возраст членов домашнего хозяйства, климатические условия, характеристики жилья, использование энергоемких бытовых приборов [Зайцева, 2016; Dergiades, Tsoulfidis, 2008; Hara et al., 2015; Silva et al., 2018; Tilov et al., 2020; Zhang, Lin, 2018].

2. Модель и данные

Преобладающая часть исследователей подчеркивают сложный и многофакторный вид функции спроса населения на электроэнергию. Применяемые модели, как правило, предполагают прямую взаимосвязь между доходами домашнего хозяйства и количеством потребляемой им энергии, а также отрицательное воздействие цены на объем потребления. Влияние различных социально-экономических характеристик на количество приобретаемой электроэнергии обеспечивается путем включения в модель соответствующих контрольных переменных. Таким образом, базовая модель имеет вид

$$\text{Эл} = \beta_1 + \beta_2 \text{Доход} - \beta_3 \text{Цена} + \sum \beta_i X_i + \varepsilon, \quad (1)$$

где Эл — объем потребляемой электроэнергии, Доход — доход домашнего хозяйства, Цена — цены на потребляемую электроэнергию, X_i — иные факторы, β_i — коэффициенты регрессии, ε — случайные ошибки.

С учетом высокой дифференциации социально-экономического положения регионов России использование при моделировании спроса номинального тарифа на электроэнергию представляется некорректным. Для обеспечения сравнимости межрегиональных данных стоимость электроэнергии для населения в каждом субъекте РФ² требует корректировки с учетом общего уровня цен, сложившегося на данной территории. Для этого мы воспользовались уже применявшимся в ряде российских исследований подходом [Куковеров, 2019; Мишура, 2011] и рассчитали отношение стоимости 100 кВт*ч электричества для населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг³ в соответствующем регионе в том же году (рис. 1).

Подсчитанный таким образом показатель относительной цены электричества демонстрирует меньший разброс значений по сравнению с величиной номинальных тарифов: отношения максимального значения к минимальному составляют 5,47 и 7,31 соответственно. Среди регионов с относительно *низкой* розничной *стоимостью* электроэнергии преобладают территории Сибири и Дальнего Востока. Среди субъектов РФ с относительно дорогим для населения электричеством преобладают территории Южного федерального округа и средней полосы России.

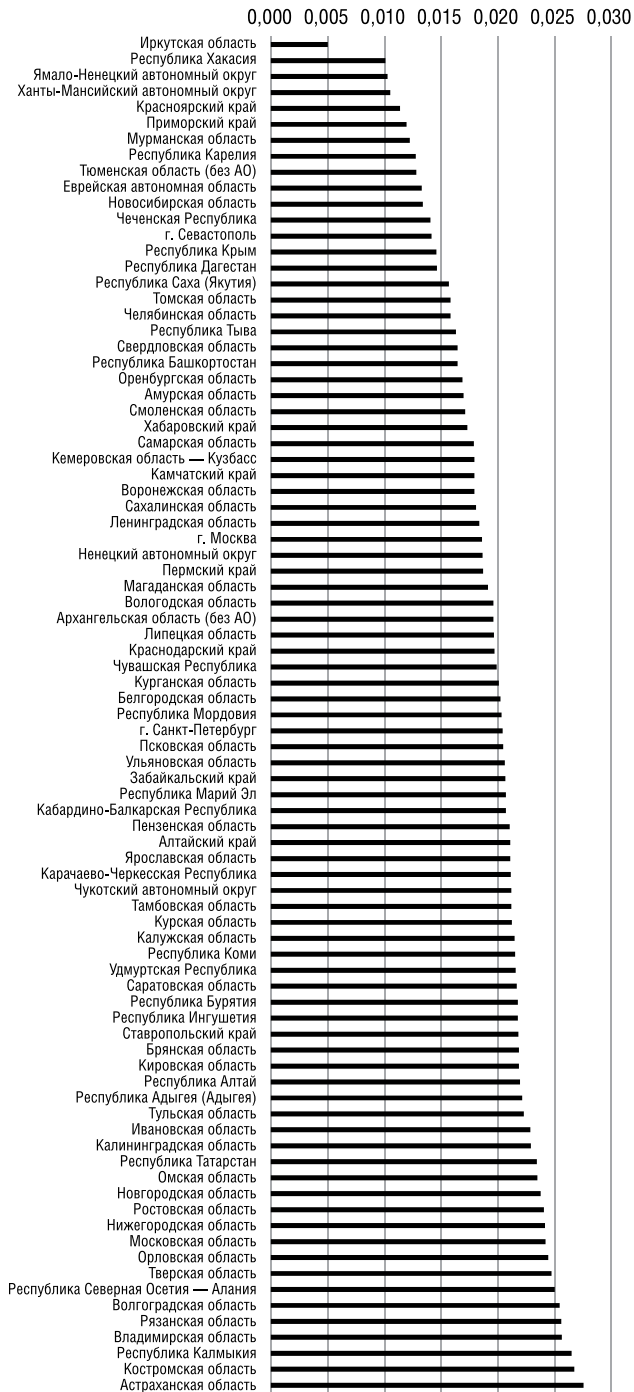
Итоговая спецификация уравнения имеет вид

$$\begin{aligned} \text{Эл} = & \beta_1 + \beta_2 \text{Д} + \beta_3 \text{Ц} + \beta_4 \text{С} + \beta_5 \text{Ж} + \beta_6 \text{Я}_\text{д} + \beta_7 \text{Тем} + \\ & + \beta_8 \text{Пож} + \beta_9 \text{Дет} + \beta_{10} \text{М} + \beta_{11} \text{С}_\text{м} + \beta_{12} \text{П}_\text{м} + \beta_{13} \text{К} + \varepsilon, \end{aligned} \quad (2)$$

где Эл — объем потребляемой домашним хозяйством электроэнергии, Д — среднедушевой доход члена семьи, Ц — отношение стоимости 100 кВт*ч электричества для населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг в регионе, С — количество членов домашнего хозяйства, Ж — площадь жилища, Я_д — количество ясных дней в регионе проживания респондента, Тем — средняя температура воздуха в регионе проживания респондента, дамми-переменные: Пож — наличие в составе семьи хотя бы одного человека в возрасте 60 лет и старше, Дет — наличие в составе семьи хотя бы одного человека в возрасте младше 13 лет, М — наличие в семье микроволновой печи, С_м — наличие в семье стиральной машины-автомата, П_м — наличие в семье посудомоечной машины, К — наличие в семье кондиционера воздуха, ε — случайные ошибки. Источником значе-

² Отчет о функционировании электроэнергетики. Российское энергетическое агентство Минэнерго России. http://www.bigpowernews.ru/photos/0/0_CXq7NsBUWeunnVlogf7uolVy4SB2XcBA.pdf.

³ Стоимость фиксированного набора товаров и услуг. Росстат. <https://gks.ru/price>.



Источники: http://www.bigpowernews.ru/photos/0/0_CXq7NsBUWeunnVlogf7uolVy4SB2XcBA.pdf; <https://gks.ru/price>.

Рис. 1. Соотношение стоимости 100 кВт*ч электричества для населения и стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг, 2016 год

Т а б л и ц а 1

Региональная структура выборки 25-й волны RLMS-HSE

Регион	Число наблюдений	Удельный вес наблюдений (%)
Алтайский край	117	3,7
Амурская область	74	2,3
Волгоградская область	105	3,3
Москва	210	6,6
Калужская область	92	2,9
Краснодарский край	173	5,4
Красноярский край	48	1,5
Курганская область	95	3,0
Ленинградская область	91	2,9
Липецкая область	106	3,3
Московская область	181	5,7
Нижегородская область	78	2,5
Новосибирская область	7	0,2
Оренбургская область	79	2,5
Пензенская область	108	3,4
Пермский край	106	3,3
Приморский край	3	0,1
Республика Кабардино-Балкария	89	2,8
Республика Коми	162	5,1
Республика Татарстан	74	2,3
Республика Чувашия	105	3,3
Ростовская область	111	3,5
Санкт-Петербург	98	3,1
Саратовская область	196	6,1
Смоленская область	80	2,5
Ставропольский край	102	3,2
Тамбовская область	103	3,2
Тверская область	102	3,2
Томская область	20	0,6
Тульская область	73	2,3
Удмуртская Республика	61	1,9
Челябинская область	125	3,9
Всего	3174	100,0

Источник: RLMS-HSE.

ний климатических переменных стали усредненные за десять лет данные наблюдений по областному центру каждого региона, размещенные на сайте Yandex.ru⁴.

В значительной части работ подчеркивается нелинейный характер зависимости израсходованного семьей количества электроэнергии от дохода. Например [Liao, Cao, 2018; Medlock, Soligo, 2001; Yin et al., 2016] приводят аргументы в пользу параболической

⁴ <https://yandex.ru/pogoda/>.

(с ветвями, опущенными вниз) зависимости между потреблением электричества и доходами семьи. Доводы авторов указанных работ преимущественно сводятся к использованию домашним хозяйством начиная с определенного уровня доходов более современных видов техники, обладающих улучшенными энергосберегающими характеристиками. С учетом отсутствия единой точки зрения на форму функциональной зависимости размера энергопотребления и дохода потребителя оценки коэффициентов модели (2) проводились методом наименьших квадратов для случаев линейной, квадратичной и двойной логарифмической связей.

Наиболее свежее обследование RLMS-HSE, включавшее вопрос о количестве потребленного семьей электричества, проводилось с октября 2016 года по январь 2017-го (25-я волна). Респонденты этой волны проживают в 32 субъектах РФ (табл. 1). С целью обе-

Т а б л и ц а 2

Описательная статистика

Вопрос опроса / показатель	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Сколько киловатт электроэнергии Ваша семья потребила в течение сентября текущего года? (кВт*ч)	161,8	140,0	95,2	20,0	800,0
Каким был денежный доход всей Вашей семьи в течение последних 30 дней? Включите сюда все денежные поступления: заработную плату, пенсии, стипендии, любые другие денежные поступления, в том числе в валюте (руб.)	44 821,1	35 000,0	37 282,3	600,0	563 000,0
Какова общая полезная площадь жилья у Вашей семьи: сумма площадей жилых комнат, кухни, ванной, туалета, прихожей, кладовых и тому подобного в квартире (доме)? (кв. м)	56,3	52,0	22,7	11,6	245,0
Количество ясных дней в сентябре	7,5	5,0	4,3	1,0	16,0
Средняя температура в сентябре (°С)	16,1	15,0	3,5	10,0	25,0
Тариф на электроэнергию (руб. за кВт*ч)	2,75	2,81	0,67	0,67	4,90
Стоимость фиксированного набора товаров и услуг (руб.)	14 368,5	13 574,9	2305,3	11 822,6	24 385,3

Источники: RLMS-HSE; <https://yandex.ru/pogoda/>; http://www.bigpowernews.ru/photos/0/0_CXq7NsBUWeunnVlogf7uolVy4SB2XcBA.pdf; <https://gks.ru/price>.

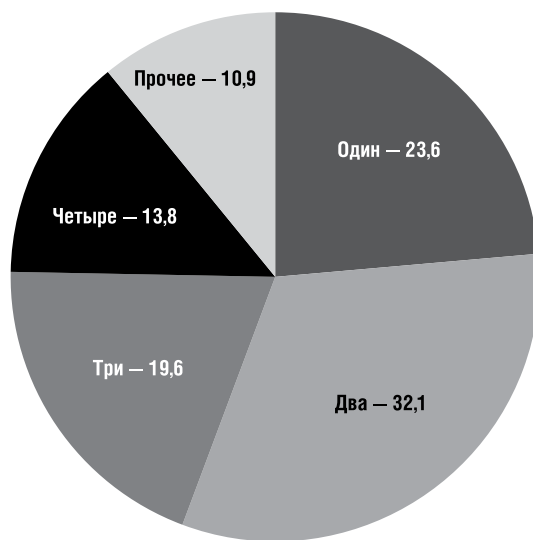
спечения ценовой нейтральности из данных исключены наблюдения по респондентам, имеющим напольные электроплиты: стоимость электричества для таких домов рассчитывается по более низким тарифам, что может формировать особенности потребительского поведения домашних хозяйств.

После изъятия крайних наблюдений (семейный доход менее 100 руб. или более 1 млн руб. в месяц либо расход электроэнергии менее 10 кВт*ч или более 1500 кВт*ч в месяц), а также наблюдений с отсутствующим ответом хотя бы по одному из анализируемых показателей итоговая выборка составила 3174 элемента. Описательная статистика по ней представлена в табл. 2.

У 64% опрошенных в доме имеется микроволновая печь, у 80% — стиральная машина-автомат. О наличии посудомоечной машины сообщили только 2,8% респондентов, кондиционера воздуха — 10,7%. Чуть менее четверти наблюдений в выборке относится к домашнему хозяйству, состоящему из одного человека, более половины представляют семьи из двух или трех человек (рис. 2).

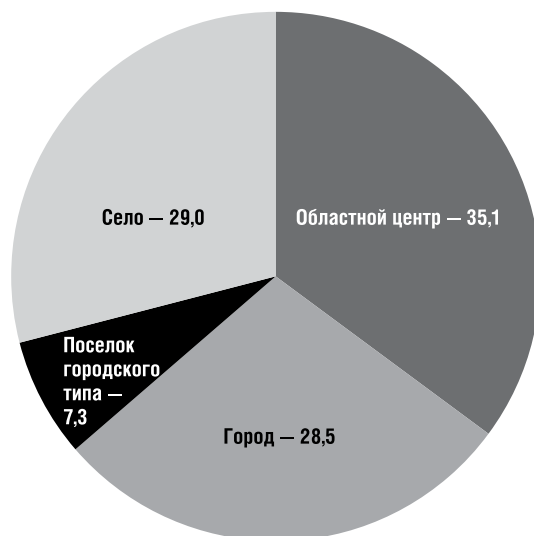
В семьях 54,3% участников опроса есть хотя бы один человек в возрасте 60 лет и старше. Как минимум один член 24,3% домашних хозяйств младше 13 лет. Менее трети опрошенных — сельские жители, а более трети живут в региональных центрах (рис. 3).

Используемые данные представляют собой пространственную выборку, которая позволяет дать оценки поведения потребителей лишь в краткосрочном периоде. Для измерения долгосрочных



Источник: RLMS-HSE.

Рис. 2. Структура выборки по количеству членов семьи (%)



Источник: RLMS-HSE.

Рис. 3. Структура выборки по типу населенного пункта (%)

эффектов потребуются панельные данные за несколько лет и построение моделей с временными лагами.

3. Анализ результатов

Увеличение среднедушевого дохода на 1% приводит к росту расходуемой домашним хозяйством электроэнергии менее чем на 0,1% (табл. 3). Это позволяет говорить о неэластичности спроса по доходу. Полученный результат существенно ниже оценок за более ранний период. В частности, на основе данных за 2000–2008 годы был определен диапазон значений коэффициента эластичности по доходу 0,34–0,62 [Мишура, 2011]. Уровень краткосрочной эластичности спроса населения в более приближенный к настоящему моменту период 2012–2016 годов оценивался в 0,04 [Куковеров, 2019]. Это соответствует полученному в настоящем исследовании результату. Возможно, на рубеже первого десятилетия XXI века потребление электричества в России стало менее чувствительным к размеру семейного дохода, однако это предположение требует дополнительной проверки.

Возросший расход электроэнергии, наблюдавшийся вследствие увеличения благосостояния, более чем на две трети обусловлен использованием энергоемкой домашней техники: микроволновых печей, кондиционеров, стиральных и посудомоечных машин. Поочередное включение в модель одной из дамми-переменных, отражающих наличие или отсутствие соответствующей техники

Т а б л и ц а 3

Оценки значений параметров лог-лог спецификации модели (полная выборка)

Объясняющая переменная	Логарифм потребленной электроэнергии (ln_Эл)						
	Ln_Д	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)	0,10*** (0,02)	0,09*** (0,02)	0,08*** (0,02)	0,09*** (0,02)
Ln_Ц		-0,31*** (0,07)	-0,33*** (0,06)	-0,35*** (0,06)	-0,38*** (0,06)	-0,40*** (0,06)	-0,37*** (0,06)
С			0,16*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,12*** (0,01)	0,11*** (0,01)
Ж				4,2e ⁻³ *** (4,5e ⁻⁴)	4,4e ⁻³ *** (4,6e ⁻⁴)	4,6e ⁻³ *** (4,4e ⁻⁴)	4,0e ⁻³ *** (4,0e ⁻⁴)
Я_д					-0,02*** (0,01)	-0,02*** (0,01)	-0,01 (5,9e ⁻³)
Тем					0,02** (0,01)	0,02*** (0,01)	0,01 (0,01)
Пож						-0,16*** (0,02)	-0,12*** (0,02)
Дет						0,01 (0,03)	-0,02 (0,02)
М							0,18*** (0,02)
С_м							0,07*** (0,02)
П_м							0,15*** (0,05)
К							0,14*** (0,03)
R ² _{adj}	0,00	0,01	0,21	0,24	0,24	0,26	0,29
AIC	5057,4	5038,6	4322,6	4207,5	4202,6	4117,8	3961,4

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.

Источник: RLMS-HSE.

в домохозяйстве, меняет значение эластичности по доходу в диапазоне от 0,053 (для микроволновой печи) до 0,079 (для посудомоечной машины) при 1-процентном уровне значимости во всех четырех случаях.

Приобретение каждого из указанных видов техники отчасти может рассматриваться как самостоятельный показатель уровня доходов семьи (возможно, за исключением микроволновой печи). Этим объясняется снижение величины коэффициента при логарифме дохода и падение его значимости при включении одновременно всех четырех дамми-переменных, контролирующих наличие или отсутствие техники. С этой точки зрения если рост дохода не сопровождается приобретением дополнительной бытовой техники, то интенсивность энергопотребления растет мало, и ее вклад в увеличение расхода электроэнергии относительно невелик.

Краткосрочная ценовая эластичность спроса на электроэнергию находится в диапазоне 0,3–0,4 (по модулю). Значимость этого показателя остается высокой вне зависимости от числа объясняющих переменных в регрессии. В работах других исследователей ее величина не превышает 0,24 (по модулю) [Куковеров, 2019; Мишура, 2011]. Гетерогенный характер интенсивности реакции спроса населения на электроэнергию в ответ на изменение цены [Borenstein, 2012] провоцирует существенную зависимость значения коэффициента ценовой эластичности от параметров анализируемой выборки. Авторы работ [Куковеров, 2019; Мишура, 2011] проводили исследование на основе региональных данных Росстата. Можно предположить, что различия в величине ценовой эластичности обусловлены разницей между используемыми выборками.

Каждый дополнительный член семьи увеличивает объем потребляемой электроэнергии на 11–16%. Величина вклада этого фактора соответствует оценкам других исследователей [Tilov et al., 2020]. Наличие в семье человека пожилого возраста предположительно должно увеличивать количество используемого электричества: как правило, пенсионеры более продолжительное время находятся дома, чем работающие. Опыт других стран подтверждал это предположение [Liao, Cao, 2018; Tilov et al., 2020] или свидетельствовал о незначимости возраста потребителя [Ye et al., 2018; Zhang, Lin, 2018]. Однако проведенный анализ российских данных однозначно указывает на более низкие значения семейного энергопотребления (на 12–16%), если в составе семьи присутствует хотя бы один человек в возрасте 60 лет и старше. Наличие детей до 12 лет включительно не имеет значимого воздействия на расход электричества. Влияние погодных факторов находится в пределах 2% совокупных затрат электроэнергии семьи.

Линейная модель также свидетельствует о положительной зависимости объема потребляемой домашним хозяйством электроэнергии от среднедушевого дохода семьи (табл. 4). Однако низкое значение коэффициента при переменной «доход» указывает на почти горизонтальное положение графика. Характер влияния остальных регрессоров также нашел подтверждение.

Моделирование с применением квадратичной функции продемонстрировало отсутствие значимости коэффициента при переменной «доход в квадрате» (табл. 5). Следовательно, несмотря на приемлемый уровень коэффициента детерминации и сопоставимость значений информационного критерия Акаике в квадратич-

Т а б л и ц а 4

Оценки значений параметров линейной спецификации модели (полная выборка)

Объясняющая переменная	Объем потребляемой электроэнергии (Эл)							
	$3,8e^{-4***}$ ($1,4e^{-4}$)	$2,6e^{-4**}$ ($1,3e^{-4}$)	$3,3e^{-4**}$ ($1,60$)	$3,1e^{-4**}$ ($1,4e^{-4}$)	$2,9e^{-4**}$ ($1,3e^{-4}$)	$1,4e^{-4}$ ($1,3e^{-4}$)	$3,1e^{-4**}$ ($1,4e^{-4}$)	$2,9e^{-4**}$ ($1,3e^{-4}$)
Д								
Ц	-3678,4*** (604,77)	-3569,9*** (597,28)	-3768,9*** (600,00)	-3591,2*** (605,00)	-3477,5*** (605,23)	-3381,5*** (594,21)		
С	18,33*** (1,58)	17,18*** (1,56)	17,65*** (1,60)	18,00*** (1,57)	18,24*** (1,56)	16,81*** (1,56)		
Ж	0,85*** (0,11)	0,80*** (0,10)	0,83*** (0,11)	0,82*** (0,11)	0,84*** (0,11)	0,76*** (0,11)		
Я_д	-2,33** (1,15)	-1,12 (1,11)	-1,93* (1,15)	-2,06* (1,14)	-1,73 (1,13)	-0,51 (1,11)		
Тем	2,85** (1,42)	1,47 (1,38)	2,41* (1,43)	2,62* (1,42)	0,82 (1,41)	-0,15 (1,38)		
Пож	-20,74*** (3,31)	-15,46*** (3,35)	-19,91*** (3,30)	-20,55*** (3,29)	-20,89*** (3,29)	-15,77*** (3,33)		
Дет	3,73 (5,28)	1,41 (5,22)	3,28 (5,28)	3,17 (5,23)	1,31 (5,28)	-0,68 (5,19)		
М		30,14*** (3,08)				27,03*** (3,26)		
С_м			13,79*** (3,73)			2,96 (3,90)		
П_м				46,48*** (12,04)		38,71*** (11,85)		
К					32,71*** (6,21)	23,83*** (6,12)		
R^2_{adj}	0,21	0,23	0,21	0,21	0,22	0,24		
AIC	37204,58	37123,85	37195,14	37181,59	37172,04	37088,75		

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.
Источник: RLSMS-HSE.

Т а б л и ц а 5

Оценки значений параметров квадратичной спецификации модели (полная выборка)

Объясняющая переменная	Объем потребления электроэнергии (Эл)					
	$5,9e^{-4***}$ (2,0e ⁻⁴)	$2,9e^{-4}$ (1,9e ⁻⁴)	$4,8e^{-4**}$ (2,0e ⁻⁴)	$4,6e^{-4**}$ (2,0e ⁻⁴)	$4,1e^{-4**}$ (2,0e ⁻⁴)	$5,7e^{-5}$ (2,0e ⁻⁴)
D						
D ²	$-1,63e^{-9}$ (1,51e ⁻⁹)	$-2,78e^{-10}$ (2,64e ⁻⁹)	$-1,21e^{-9}$ (1,20e ⁻⁹)	$-1,13e^{-9}$ (1,09e ⁻⁹)	$-9,25e^{-10}$ (9,19e ⁻⁹)	$6,41e^{-10}$ (6,38e ⁻⁹)
Ц	$-3682,2***$ (604,91)	$-3570,9***$ (597,46)	$-3768,9***$ (600,14)	$-3595,2***$ (605,15)	$-3482,3***$ (605,41)	$-3378,4***$ (594,45)
С	$18,37***$ (1,58)	$17,19***$ (1,57)	$17,70***$ (1,60)	$18,03***$ (1,57)	$18,27***$ (1,56)	$16,77***$ (1,56)
Ж	$0,85***$ (0,11)	$0,80***$ (0,10)	$0,83***$ (0,11)	$0,82***$ (0,11)	$0,83***$ (0,11)	$0,76***$ (0,10)
Я_д	$-2,20^*$ (1,15)	$-1,10$ (1,11)	$-1,85$ (1,15)	$-1,97^*$ (1,14)	$-1,67$ (1,13)	$-0,54$ (1,11)
Тем	$2,76^*$ (1,43)	$1,46$ (1,38)	$2,36$ (1,44)	$2,56^*$ (1,42)	$0,80$ (1,41)	$-0,14$ (1,38)
Пож	$-20,63***$ (3,31)	$-15,46***$ (3,35)	$-19,85***$ (3,30)	$-20,47***$ (3,29)	$-20,83***$ (3,29)	$-15,78***$ (3,33)
Дет	$4,23$ (5,28)	$1,50$ (5,22)	$3,67$ (5,28)	$3,53$ (5,24)	$1,62$ (5,28)	$-0,92$ (5,21)
М		$30,05***$ (3,10)				$27,20***$ (3,27)
С_м			$13,36***$ (3,76)			$3,12$ (3,91)
П_м				$45,74***$ (12,07)		$39,06***$ (11,85)
К					$32,27***$ (6,25)	$24,05***$ (6,14)
R ² _{adj}	0,21	0,23	0,21	0,21	0,22	0,24
AIC	37 204,75	37 125,80	37 196,13	37 182,71	37 173,45	37 090,46

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.

Источник: RLMS-HSE.

ных и линейных спецификациях модели, параболическая форма зависимости не адекватна имеющимся данным. В то же время влияние остальных параметров модели на объясняемую переменную сохранилось.

Полученные результаты согласуются с выводами других авторов о том, что потребление электроэнергии домохозяйствами слабо реагирует на изменения в доходах [Hara et al., 2015; Zhang, Lin, 2018]. Тем не менее, как отмечалось выше, эластичность потребления электричества по доходу у жителей городской и сельской местностей может существенно различаться. Наш анализ свидетельствует о примерно равной степени неэластичности спроса по доходу у жителей села и города (табл. 6), что согласуется с результатами исследования [Silva et al., 2018]. Анализ российских данных за 2002–2006 годы продемонстрировал более высокую чувствительность к изменению доходов у горожан (0,46 против 0,3 у сельского населения) [Мишура, 2011].

В то же время были выявлены и некоторые особенности потребления электроэнергии домашними хозяйствами в зависимости от типа населенного пункта. Расчеты показывают, что для горожан влияние ценового фактора отсутствует, а для сельских жителей ценовая эластичность близка к единице при 1-процентном уровне значимости. В другом исследовании [Мишура, 2011], напротив, не зафиксировано существенных различий по этому параметру между городом и деревней (–0,29 и –0,31 соответственно).

В зарубежных исследованиях также отсутствует единство по этому вопросу. Так, в Китае в 2005–2010 годах ценовая эластичность потребления электричества у жителей села (–0,36) оценивалась почти в два раза ниже, чем в городах (–0,78) [Yin et al., 2016]. На более широком временном горизонте 1998–2011 годов исследователи получили не только существенно иные значения, но и противоположное соотношение степени чувствительности спроса к цене у китайских горожан (–0,3) и жителей села (–0,5) [Lin et al., 2014].

Установлено важное различие в характере связи между объемом потребляемой электроэнергии и размером доходов жителей городских и сельских территорий. Если распределение городских данных ближе к линейному, то сельские данные лучше описываются квадратичной функцией (табл. 7, 8). Следствием этой разницы является то, что после достижения среднедушевого дохода в 35–40 тыс. руб. в месяц потребление электроэнергии жителями села прекращает рост, несмотря на увеличение дохода. У городских жителей подобных ограничений не наблюдается.

Каждый дополнительный член сельской семьи увеличивает общий расход электричества на 14–16 кВт*ч в месяц, тогда как для

Т а б л и ц а 6

Оценки значений параметров лог-лог спецификации модели раздельно по типам населенных пунктов (полная выборка)

Объясняющая переменная	Логарифм погрешенной электроэнергии (ln_Эл)						Тип					
	город	село	город	село	город	село	город	село	город	село	город	село
ln_Д	0,08*** (0,02)	0,06* (0,03)	0,09*** (0,02)	0,09** (0,03)	0,10*** (0,02)	0,10*** (0,03)	0,09*** (0,02)	0,10*** (0,03)	0,09*** (0,02)	0,09*** (0,03)	0,09*** (0,02)	0,09*** (0,03)
ln_Ц	-0,11 (0,08)	-0,86*** (0,12)	-0,12* (0,07)	-0,93*** (0,12)	-0,11 (0,07)	-0,93*** (0,12)	-0,10 (0,07)	-0,91*** (0,11)	-0,10 (0,07)	-0,87*** (0,11)	-0,10 (0,07)	-0,87*** (0,11)
С	0,13*** (0,01)	0,10*** (0,01)	0,13*** (0,01)	0,10*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,10*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,10*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,11*** (0,01)	0,14*** (0,01)	0,11*** (0,01)
Ж	4,4e ⁻³ *** (6,2e ⁻⁴)	3,1e ⁻³ *** (6,5e ⁻⁴)	4,2e ⁻³ *** (6,4e ⁻⁴)	3,3e ⁻³ *** (6,4e ⁻⁴)	4,5e ⁻³ *** (6,6e ⁻⁴)	3,6e ⁻³ *** (6,4e ⁻⁴)	4,5e ⁻³ *** (6,6e ⁻⁴)	3,6e ⁻³ *** (6,4e ⁻⁴)	4,5e ⁻³ *** (6,6e ⁻⁴)	3,6e ⁻³ *** (6,3e ⁻⁴)	4,5e ⁻³ *** (6,5e ⁻⁴)	3,6e ⁻³ *** (6,3e ⁻⁴)
Я_д	-9,4e ⁻³ (7,5e ⁻³)	-0,02* (0,01)	-0,01 (0,01)	-0,02** (0,01)	-0,01* (0,01)	-0,02** (0,01)	-0,01* (0,01)	-0,03** (0,01)	-0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)
Тем	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)	0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)	0,02* (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	4,3e ⁻³ (0,01)
Пож	-0,12*** (0,02)	-0,10*** (0,04)	-0,14*** (0,02)	-0,14*** (0,04)	-0,15*** (0,02)	-0,14*** (0,04)	-0,15*** (0,02)	-0,15*** (0,04)	-0,16*** (0,02)	-0,15*** (0,04)	-0,16*** (0,02)	-0,15*** (0,04)
Дет	-0,01 (0,03)	0,04 (0,05)	2,1e ⁻³ (0,03)	0,04 (0,05)	4,4e ⁻³ (0,03)	0,04 (0,05)	4,4e ⁻³ (0,03)	0,05 (0,05)	-2,6e ⁻³ (0,03)	0,01 (0,05)	-2,6e ⁻³ (0,03)	0,01 (0,05)
М	0,19*** (0,02)	0,24*** (0,04)										
С_м			0,22*** (0,03)	0,12*** (0,04)								
П_м					0,20*** (0,06)			0,17 (0,13)			0,17*** (0,03)	0,26*** (0,07)
К												
N	2252	922	2252	922	2252	922	2252	922	2252	922	2252	922
R ² _{adj}	0,30	0,28	0,29	0,26	0,28	0,26	0,28	0,25	0,28	0,25	0,28	0,26
AIC	2573,94	1317,10	2604,57	1350,73	2648,13	1358,64	2634,28	1358,64	2634,28	1358,64	2634,28	1347,30

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.
Источник: RLMS-HSE.

Т а б л и ц а 7
Оценки значений параметров квадратичной спецификации модели раздельно по типам населенных пунктов (полная выборка)

Объясняющая переменная	Объем погребенной электроэнергии (Эл)												
	город		село		город		село		город		село		
												Тип	
Д	5,3e ^{-3**} (2,1e ⁻⁴)	2,0e ^{-3***} (7,7e ⁻⁴)	6,1e ^{-4***} (2,1e ⁻⁴)	2,6e ^{-3***} (8,1e ⁻⁴)	6,0e ^{-4***} (2,2e ⁻⁴)	2,8e ^{-3***} (8,0e ⁻⁴)	5,7e ^{-4***} (2,1e ⁻⁴)	2,5e ^{-3***} (8,0e ⁻⁴)					село
Д ²	-9,10e ⁻¹⁰ (15,84e ⁻⁹)	-2,82e ^{-8***} (9,03e ⁻⁹)	-1,4e ⁻⁹ (7,36e ⁻⁹)	-3,26e ^{-8***} (9,70e ⁻⁹)	-1,32e ⁻⁹ (7,85e ⁻⁹)	-3,42e ^{-8***} (9,92e ⁻⁹)	-1,24e ⁻⁹ (7,65e ⁻⁹)	-3,06e ^{-8***} (9,64e ⁻⁹)					село
Ц	-810,37 (617,80)	-8418,1*** (1266,1)	-917,0 (622,46)	-8865,5*** (1262,4)	-775,85 (624,91)	-8687,9*** (1279,1)	-747,23 (616,51)	-8435,2*** (1306,3)					село
С	18,91*** (2,05)	14,74*** (2,54)	19,01*** (2,08)	15,44*** (2,61)	19,68*** (2,06)	16,02*** (2,56)	19,92*** (2,05)	16,51*** (2,54)					село
Ж	0,70*** (0,14)	0,68*** (0,16)	0,69*** (0,15)	0,73*** (0,16)	0,70*** (0,15)	0,76*** (0,16)	0,72*** (0,15)	0,76*** (0,16)					село
Я_д	-0,92 (1,34)	-1,26* (2,01)	-1,28 (1,39)	-2,15 (2,08)	-1,65 (1,38)	-2,11 (2,07)	-1,74 (1,36)	-0,97 (2,11)					село
Тем	1,29 (1,76)	0,52 (2,28)	1,59 (1,82)	1,95 (2,36)	2,14 (1,81)	1,94 (2,34)	0,94 (1,76)	-1,25 (2,59)					село
Пож	-14,3*** (3,45)	-13,9* (7,75)	-17,6*** (3,41)	-20,2*** (7,62)	-18,7*** (3,39)	-21,5*** (7,63)	-19,2*** (3,39)	-21,7*** (7,56)					село
Дет	-0,05 (5,67)	13,79 (11,52)	1,99 (5,70)	14,83 (11,85)	1,61 (5,66)	15,69 (11,81)	0,74 (5,68)	9,71 (12,43)					село
М	26,68*** (3,25)	41,44*** (6,95)											село
С_м			23,87*** (3,72)	15,14** (7,50)									село
П_м					47,14*** (12,86)	52,17 (32,09)							село
К							29,64*** (6,42)	44,77*** (17,18)					село
Н	2252	922	2252	922	2252	922	2252	922					село
R ² _{adj}	0,24	0,23	0,23	0,20	0,23	0,20	0,23	0,21					село
AIC	25751,76	11143,89	25808,65	11171,32	25781,54	11171,57	25781,13	11165,55					село

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.
Источник: RLMS-HSE.

Т а б л и ц а 8

Оценки значений параметров линейной спецификации моделей раздельно по типам населенных пунктов (полная выборка)

Объясняющая переменная	Объем потребляемой электроэнергии (Эл)						Тип					
	город	село	город	село	город	село	город	село	город	село	город	село
Д	4,0e ⁻⁴ *** (1,5e ⁻⁴)	2,8e ⁻⁴ (3,6e ⁻⁴)	4,1e ⁻⁴ *** (1,6e ⁻⁴)	6,1e ⁻⁴ (3,9e ⁻⁴)	4,1e ⁻⁴ *** (1,6e ⁻⁴)	6,5e ⁻⁴ * (3,9e ⁻⁴)	4,0e ⁻⁴ *** (1,5e ⁻⁴)	5,9e ⁻⁴ (3,8e ⁻⁴)				
Ц	-810,71 (617,63)	-8384,8*** (1267,9)	-919,47 (622,26)	-8869,3*** (1266,1)	-775,48 (624,89)	-8659,8*** (1283,0)	-745,99 (616,53)	-8379,3*** (1309,6)				
С	18,89*** (2,05)	14,38*** (2,54)	18,98*** (2,08)	14,96*** (2,60)	19,66*** (2,06)	15,66*** (2,56)	19,90*** (2,05)	16,24*** (2,55)				
Ж	0,70*** (0,14)	0,70*** (0,16)	0,69*** (0,15)	0,75*** (0,16)	0,70*** (0,15)	0,78*** (0,16)	0,72*** (0,15)	0,78*** (0,16)				
Я_д	-0,97 (1,33)	-1,62 (2,00)	-1,37 (1,39)	-2,60 (2,07)	-1,74 (1,38)	-2,60 (2,06)	-1,82 (1,36)	-1,26 (2,11)				
Тем	1,30 (1,76)	0,79 (2,28)	1,61 (1,82)	2,29 (2,35)	2,18 (1,81)	2,33 (2,33)	0,95 (1,76)	-1,30 (2,59)				
Пож	-14,4*** (3,46)	-12,4 (7,70)	-17,8*** (3,41)	-18,7** (7,58)	-19,0*** (3,39)	-20,1*** (7,60)	-19,4*** (3,40)	-20,5*** (7,53)				
Дет	-0,46 (5,68)	11,79 (11,58)	1,39 (5,71)	12,42 (11,91)	1,04 (5,67)	13,35 (11,88)	0,18 (5,69)	6,92 (12,43)				
М	26,98*** (3,22)	43,50*** (6,93)										
С_м			24,34*** (3,71)	18,20** (7,37)								
П_м					48,03*** (12,82)	58,31* (31,76)						
К							30,24*** (6,39)	50,12*** (17,03)				
N	2252	922	2252	922	2252	922	2252	922				
R ² _{adj}	0,24	0,22	0,23	0,20	0,23	0,20	0,23	0,20				
AIC	25750,30	11147,63	25785,26	11176,69	25780,93	11177,80	25780,36	11170,08				

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.
Источник: RLMS-HSE.

горожан этот показатель колеблется в диапазоне от 18 до 20 кВт*ч в месяц. Дифференциация этой величины не может объясняться разницей удельного потребления электроэнергии, поскольку описательная статистика двух подвыборок говорит об обратном соотношении: средний объем израсходованного электричества на сельских территориях составляет 81 кВт*ч в месяц на человека, а в городах — только 69 (медианные величины равны 67 и 60 соответственно). При этом размеры семей различаются несущественно: 2,8 в среднем в деревне против 2,6 — в городе.

Влияние возрастного состава семьи на количество используемой энергии от типа поселения не зависит. Вопреки ожиданиям, воздействие климатических факторов на количество потребляемого электричества не имеет устойчивых различий для городских и сельских жителей. В этих условиях обращает на себя внимание более интенсивное использование в сельской местности кондиционеров воздуха. Его наличие у респондентов добавляет к семейному потреблению электричества в деревне в полтора раза больше киловатт, чем в городах. Вероятно, это обусловлено различием в средней площади жилья. Общая полезная площадь, занимаемая сельской семьей, в среднем равна 64 кв. м (медиана 57), у городского домашнего хозяйства эти показатели составляют 53 и 50 кв. м соответственно.

Можно предположить, что дифференциация тарифа вносит существенные коррективы во взаимосвязь между уровнем дохода и количеством расходуемого домашним хозяйством энергоресурса. С целью проверки были оценены коэффициенты модели отдельно для субъектов РФ, где при тарификации стоимости электроэнергии для населения применяют социальную норму потребления (регионы-пилоты). Среди мест проживания респондентов RLMS-HSE к таким территориям относятся город Батайск Ростовской области (111 наблюдений), Нижний Новгород (78), Красноярск (16) и город Назарово и Назаровский район Красноярского края (32).

Для этой подвыборки выявлена строгая мультиколлинеарность между показателями температуры и относительной цены на электроэнергию в регионе. Для сохранения возможности оценки коэффициентов модели методом наименьших квадратов регрессор «температура» был исключен из состава объясняющих переменных. В табл. 9 приведены данные только для уравнений, в которых коэффициент при показателе «доход» является значимым.

Проведенный анализ показал отсутствие принципиальных различий во взаимосвязи между объемами расходования электро-

Т а б л и ц а 9

Оценки значений параметров модели (только регионы-пилоты)

Объясняющая переменная	Зависимая переменная: логарифм потребленной электроэнергии (ln_Эл)		Зависимая переменная: объем потребляемой электроэнергии (Эл)			
ln_Д	0,11** (0,06)	0,11* (0,06)	0,12** (0,06)			
Д				3,2e ^{-3*} (1,8e ⁻³)	2,9e ⁻³ (1,7e ⁻³)	2,8e ⁻³ (1,8e ⁻³)
Д ²				-5,76e ^{-8*} (3,13e ⁻⁸)	-5,22e ^{-8*} (3,04e ⁻⁸)	-5,74e ^{-8*} (3,13e ⁻⁸)
ln_Ц	-0,17* (0,10)	-0,17* (0,10)	-0,17 (0,10)			
Ц				-2131,4** (965,1)	-2285,1** (975,7)	-2286,1** (1068,1)
С	0,16*** (0,02)	0,16*** (0,02)	0,16*** (0,02)	26,24*** (4,44)	25,98*** (4,57)	25,67*** (4,38)
Ж	3,7e ^{-3**} (1,5e ⁻³)	3,7e ^{-3**} (1,6e ⁻³)	3,7e ^{-3**} (1,5e ⁻³)	0,72*** (0,26)	0,70*** (0,26)	0,67*** (0,26)
Я_д	-1,2e ⁻³ (5,5e ⁻³)	-1,3e ⁻³ (5,5e ⁻³)	1,6e ⁻³ (5,9e ⁻³)	-0,23 (0,90)	-0,08 (0,92)	-0,23 (0,91)
Пож	-0,15*** (0,05)	-0,15*** (0,05)	-0,15*** (0,05)	-25,83*** (9,82)	-25,13** (9,95)	-27,22*** (9,85)
Дет	-0,17** (0,07)	-0,17** (0,07)	-0,17** (0,07)	-32,65** (12,99)	-34,55*** (13,05)	-34,67*** (13,04)
М				8,85 (10,49)		
С_М						28,92* (15,47)
П_М		-3,8e ⁻³ (0,08)				-6,08 (12,65)
К			-0,10 (0,08)			
R ² _{adj}	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28
AIC	249,32	251,32	249,87	2673,44	2674,66	2672,00
						2675,41
						-18,68 (12,72)
						0,29
						2708,11

Примечание. * — значимость коэффициента на уровне 10%, ** — значимость коэффициента на уровне 5%, *** — значимость коэффициента на уровне 1%.
Источник: RILMS-HSE.

энергии и доходной обеспеченностью семей в регионах-пилотах и остальных субъектах РФ (табл. 9). Несмотря на прогрессивную зависимость стоимости приобретаемой электроэнергии от ее количества, спрос населения остается неэластичным по доходу: рост размера среднедушевого дохода семьи на 1% сопровождается увеличением энергопотребления на 0,11–0,12%. Тем не менее следует отметить некоторые важные особенности, выявленные для пилотных территорий.

Ни в одной из линейных спецификаций модели размер дохода не являлся значимым фактором потребления в отличие от квадратичной и двойной логарифмической спецификаций. Как отмечалось выше, распределение данных, близкое к параболической форме (с ветвями, опущенными вниз), характерно для жителей сельской местности. Однако подавляющее большинство респондентов этой подвыборки живут в городах. Это обстоятельство позволяет выдвинуть гипотезу о том, что феномен прекращения роста потребления электроэнергии с достижением некоторого уровня дохода не определяется типом поселения.

Вероятно, сходство моделей потребления электроэнергии сельских жителей и респондентов из регионов-пилотов отчасти может быть объяснено близостью уровней их благосостояния. Среднедушевой доход горожан в RLMS-HSE равен 19,6 тыс. руб. в месяц (медиана — 16,5), сельских жителей — 14,4 и 12,3 тыс. руб. соответственно. В регионах-пилотах эти показатели ниже, чем в среднем по городам, но выше, чем в деревнях, — 17,1 и 15,4 тыс. руб. соответственно.

В регионах-пилотах наличие в семье детей значимо сокращает расход электроэнергии домашним хозяйством, чего не наблюдалось ни в одном уравнении, построенном на более широких выборках. Объяснить эту зависимость в регионах, где тариф дифференцирован, можно тем, что семьи с детьми, имея более низкий уровень благосостояния, вынуждены экономить, чтобы уложиться в пределы установленной социальной нормы.

Косвенно этот вывод подтверждается тем, что доход, превышение которого не ведет к росту энергопотребления, в регионах-пилотах относительно низок. Для названных территорий он находится в диапазоне 28–30 тыс. руб. в месяц, а для сельских жителей его значение составляет 35–40 тыс. руб. При этом средний и медианный душевой доход, как отмечалось выше, в сельской местности ниже. Противоречивость этих данных снимается, если исходить из предположения об экономии домашними хозяйствами электричества ради его оплаты по минимальному тарифу.

Еще один аргумент в пользу этой версии связан с аномальным отсутствием значимости переменных, контролирующих наличие

энергоемкой бытовой техники в семье. Подобная ситуация до этого возникала только для коэффициента при дамми-переменной «посудомоечная машина» в уравнениях, описывающих потребление электроэнергии сельскими жителями. Обладание энергоемкой техникой может не влиять на семейное потребление электроэнергии только в условиях жесткого рациионирования расхода электричества.

Результаты моделирования данных по регионам-пилотам согласуются с полученным ранее на основе статистических данных [Туманянц, Зайцева, 2019; Туманянц и др., 2019b] выводом о том, что используемый сейчас при тарификации механизм социальной нормы потребления не позволяет адресно повысить стоимость электроэнергии для средне- и высокообеспеченных слоев населения.

Если существуют ограничения на решение проблемы перекрестного субсидирования другими способами (например, адресными бюджетными пособиями), то механизм дифференцирования по объемам потребления стоимости электроэнергии должен подвергнуться более тонкой настройке. В частности, число диапазонов месячной величины израсходованной энергии (и, соответственно, уровней цен) должно быть больше двух. При этом указанные лимиты должны различаться в зависимости от места проживания и иных характеристик семьи.

Заключение

Основной вывод проведенного исследования заключается в низкой эластичности спроса населения на электроэнергию по объему получаемых доходов. Кроме того, установлено, что количество расходуемой домашним хозяйством электроэнергии в значительной степени определяется воздействием детерминант, не связанных с материальной обеспеченностью семьи. Отсюда следует, что переход на тарифы, размер которых будет определяться душевым или общим потреблением электроэнергии, влечет за собой высокий риск ухудшить положение малоимущих граждан. Данные RLMS-HSE свидетельствуют о обоснованности решения проблемы перекрестного субсидирования в отечественной энергетике путем введения дифференцированных тарифов.

С этой точки зрения более целесообразным представляется постепенное повышение тарифов до экономически обоснованного уровня для всех потребителей с одновременной выплатой из бюджета адресных пособий наиболее нуждающимся семьям. Если проблема нерыночного ценообразования на розничном рынке

электроэнергии в России все-таки будет решаться в направлении дифференциации тарифов для населения, то пороговых значений месячного расхода электричества должно быть несколько, на различных уровнях для разных социальных групп.

Литература

1. Зайцева Ю. В. Эконометрическое моделирование потребления электроэнергии домохозяйствами как инструмент расчета социальной нормы потребления // Экономика региона. 2016. Т. 12. № 2. С. 405–416.
2. Куковеров М. В. О ценовой эластичности спроса на электроэнергию // Журнал Новой экономической ассоциации. 2019. № 2(42). С. 70–92.
3. Мишура А. В. Оценка эластичности спроса на электроэнергию со стороны населения в России // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. 2011. Т. 11. № 2. С. 92–101.
4. Туманянц К. А., Интыкбаева С. Ж., Туманянц А. К. Экономика высокого напряжения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2019а. Т. 21. № 2. С. 166–176.
5. Туманянц К. А., Зайцева Ю. В. Влияние социальной нормы потребления электроэнергии на объем потребления и платежную дисциплину населения // Экономический журнал. 2019. № 1(53). С. 51–64.
6. Туманянц К. А., Туманянц А. К., Туманянц Д. К. Социальная норма потребления электроэнергии: в поисках оптимальной конструкции // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2019b. № 3. С. 48–65.
7. Asad A., Murthi M., Yemtsov R., Murrugarra E., Dudwick N., Hamilton E., Tiongson E. Growth, Poverty, and Inequality: Eastern Europe and the Former Soviet Union. World Bank Publications. No 7287. 2005.
8. Atakhanova Z., Howie P. Electricity Demand in Kazakhstan // Energy Policy. 2007. Vol. 35. No 7. P. 3729–3743.
9. Borenstein S. The Redistributive Impact of Nonlinear Electricity Pricing // American Economic Journal: Economic Policy. 2012. Vol. 4. No 3. P. 56–90.
10. Dergiades T., Tsoulfidis L. Estimating Residential Demand for Electricity in the United States, 1965–2006 // Energy Economics. 2008. Vol. 30. No 5. P. 2722–2730.
11. Feldstein M. S. Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two-Part Tariff // The Quarterly Journal of Economics. 1972. Vol. 86. No 2. P. 175–187.
12. Freund C., Wallich C. Public-Sector Price Reforms in Transition Economies: Who Gains? Who Loses? The Case of Household Energy Prices in Poland // Economic Development and Cultural Change. 1997. Vol. 46. No 1. P. 35–59.
13. Gupta S., Verhoeven M., Gillingham R., Schiller C., Mansoor A., Cordoba J. P. Equity and Efficiency in the Reform of Price Subsidies: A Guide for Policymakers. Washington, DC: International Monetary Fund, 2000.
14. Hara K., Uwasu M., Kishita Y., Takeda H. Determinant Factors of Residential Consumption and Perception of Energy Conservation: Time-Series Analysis by Large-Scale Questionnaire in Suita, Japan // Energy Policy. 2015. Vol. 87(C). P. 240–249.
15. Hennessy M. The Evaluation of Lifeline Electricity Rates: Methods and Myths // Evaluation Review. 1984. Vol. 8. No 3. P. 327–346.
16. Herriges J. A., King K. K. Residential Demand for Electricity Under Inverted Block Rates: Evidence from a Controlled Experiment // Journal of Business and Economic Statistics. 1994. Vol. 12. No 4. P. 419–430.
17. Kamerschen D. R., Porter D. V. The Demand for Residential, Industrial and Total Electricity, 1973–1998 // Energy Economics. 2004. Vol. 26. No 1. P. 87–100.
18. Khanna N. Z., Guo J., Zheng X. Y. Effects of Demand Side Management on Chinese Household Electricity Consumption: Empirical Findings from Chinese Household Survey // Energy Policy. 2016. Vol. 95(C). P. 113–125.

19. *Kojima M., Bacon R., Trimble Ch.* Political Economy of Power Sector Subsidies: A Review with Reference to Sub-Saharan Africa. Washington, DC: World Bank, 2014. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/19986/895470REPLACEMENT0ies0for0W eb0posting.pdf;sequence=1>.
20. *Komives K., Foster V., Halpern J., Wodon Q.* Water, Electricity, and the Poor. Who Benefits from Utility Subsidies? Washington, DC: World Bank, 2005. <http://documents.worldbank.org/curated/en/606521468136796984/Water-electricity-and-the-poor-who-benefits-from-utility-subsidies>.
21. *Liao H., Cao H. S.* The Pattern of Electricity Use in Residential Sector: The Experiences from 133 Economies // *Energy*. 2018. Vol. 145(C). P. 515–525.
22. *Lin Q., Rizov M., Wong M.* Residential Electricity Pricing in China // *The Chinese Economy*. 2014. Vol. 47. No 2. P. 41–74.
23. *Medlock III K. B., Soligo R.* Economic Development and End-Use Energy Demand // *The Energy Journal*. 2001. Vol. 22. No 2. P. 77–105.
24. *Olivier A., Ruggeri Laderchi C.* Analyzing the Incidence of Consumer Price Subsidies and the Impact of Reform on Households — Quantitative Analysis: Households. Energy Subsidy Reform Assessment Framework (ESRAF) Good Practice Note no. 3. Washington, DC: World Bank Group, 2018. <http://documents.worldbank.org/curated/en/250011530882467380/Analyzing-the-Incidence-of-Consumer-Price-Subsidies-and-the-Impact-of-Reform-on-Households-Quantitative-Analysis-Households>.
25. *Silva P., Klytchnikova I., Radevic D.* Poverty and Environmental Impacts of Electricity Price Reforms in Montenegro. World Bank Policy Research Working Paper. No 4127. 2007.
26. *Silva S., Soares I., Pinho C.* Electricity Residential Demand Elasticities: Urban Versus Rural Areas in Portugal // *Energy*. 2018. No 144(C). P. 627–632.
27. *Tilov I., Farsi M., Volland B.* From Frugal Jane to Wasteful John: A Quantile Regression Analysis of Swiss Households' Electricity Demand // *Energy Policy*. 2020. Vol. 138. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520300082>.
28. *Wang Z. H., Zhang B., Zhang Y. X.* Determinants of Public Acceptance of Tiered Electricity Price Reform in China: Evidence from Four Urban Cities // *Applied Energy*. 2012. Vol. 91. No 1. P. 235–244.
29. *Ye Y., Koch S. F., Zhang J.* Determinants of Household Electricity Consumption in South Africa // *Energy Economics*. 2018. No 75(C). P. 120–133.
30. *Yin H. T., Zhou H., Zhu K.* Long- and Short-Run Elasticities of Residential Electricity Consumption in China: A Partial Adjustment Model with Panel Data // *Applied Economics*. 2016. Vol. 48. No 28. P. 2587–2599.
31. *Zhang S. S., Lin B. Q.* Impact of Tiered Pricing System on China's Urban Residential Electricity Consumption: Survey Evidences from 14 Cities in Guangxi Province // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 170. P. 1404–1412.

Экономическая Политика, 2020, vol. 15, no. 4, pp. 110-137

Karen A. TUMANYANTS, Cand. Sci. (Econ.). Volgograd State University (100, Universitetskiy pr., Volgograd, 400062, Russian Federation).
E-mail: tumanjancka@volsu.ru

Income Residential Demand Elasticities for Electricity: Do We Need to Differentiate the Tariff?

Abstract

This study assesses how the Russian household welfare rate impacts electricity consumption volume. Modeling of Russia Longitudinal Monitoring Survey (RLMS) data provided by the Higher School of Economics (HSE) has revealed a heterogeneous dependency between average per capita family income and electricity

consumption volume. Electricity demand is not elastic among both urban and countryside residents. However, urban consumption is better described by a linear function, while rural consumption is better described by a quadratic function. The electricity tariff is not statistically significant for urban residents, whereas the price elasticity of electricity consumption for rural residents is close to 1. Application of lifeline rates for electricity tariffs in certain regions did not affect the level of elasticity of consumption by income, but some anomalies have been identified that indicate forced savings of electricity in order to pay for it at a minimum price. The study provides a divided quantitative assessment of influence of some non-income determinants on electricity demand among urban and countryside residents: number and age of family members, residential property area etc. The conclusion deems increasing block tariffs unreasonable because higher electricity tariffs may affect low-income groups thus raising the national poverty rate. If the cross subsidization problem in Russia is nevertheless addressed by imposing increasing block tariffs, the number of blocks and, respectively, prices must be more than two, while threshold consumption volumes should be estimated taking into account non-income determinants on different levels for different social groups.

Keywords: cross-subsidies, income residential demand elasticities, electricity, increasing block tariffs, lifeline rate.

JEL: D12, L94.

References

1. Zaytseva Yu. V. Ekonometricheskoe modelirovanie potrebleniya elektroenergii domokhozyaystvami kak instrument rascheta sotsial'noy normy potrebleniya [Econometric Modeling of Electricity Consumption by Households as a Tool for the Calculation of Social Norms of Consumption]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 2016, vol. 12, no. 2, pp. 405-416.
2. Kukoverov M. V. O tsenovoy elastichnosti sprosa na elektroenergiyu [On Price Elasticity of Electricity Demand]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 2019, no. 2(42), pp. 70-92.
3. Mishura A. V. Otsenka elastichnosti sprosa na elektroenergiyu so storony naseleniya v Rossii [Estimation of Households' Electricity Demand Elasticity in Russia]. *Vestnik NGU. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki [Vestnik NSU. Series: Social and Economic Sciences]*, 2011, vol. 11, no. 2, pp. 92-101.
4. Tumanyants K. A., Intykbayeva S. Zh., Tumanyants A. K. Ekonomika vysokogo napryazheniya [High Voltage Economy]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System]*, 2019a, vol. 21, no. 2, pp. 166-176.
5. Tumanyants K.A., Zaytseva Yu. V. Vliyaniye sotsial'noy normy potrebleniya elektroenergii na obem potrebleniya i platezhnuyu distsiplinu naseleniya [The Impact of Increasing Block Tariff ("Social Norm") of Electricity Consumption on the Volume of Consumption and Payment Discipline]. *Ekonomicheskij zhurnal [Economic Journal]*, 2019, no. 1(53), pp. 51-64.
6. Tumanyants K. A., Tumanyants A. K., Tumanyants D. K. Social'naya norma potrebleniya elektroenergii: v poiskakh optimal'noy konstruktsii [Social Norm of Electricity Consumption: In Search of Optimal Design]. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk [The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences]*, 2019b, no. 3, pp. 48-65.
7. Asad A., Murthi M., Yemtsov R., Murrugarra E., Dudwick N., Hamilton E., Tionson E. Growth, Poverty, and Inequality: Eastern Europe and the Former Soviet Union. *World Bank Publications*, no. 7287, 2005.

8. Atkhanova Z., Howie P. Electricity Demand in Kazakhstan. *Energy Policy*, 2007, vol. 35, no. 7, pp. 3729-3743.
9. Borenstein S. The Redistributive Impact of Nonlinear Electricity Pricing. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2012, vol. 4, no. 3, pp. 56-90.
10. Dergiades T., Tsoulfidis L. Estimating Residential Demand for Electricity in the United States, 1965-2006. *Energy Economics*, 2008, vol. 30, no. 5, pp. 2722-2730.
11. Feldstein M. S. Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two-Part Tariff. *The Quarterly Journal of Economics*, 1972, vol. 86, no. 2, pp. 175-187.
12. Freund C., Wallich C. Public-Sector Price Reforms in Transition Economies: Who Gains? Who Loses? The Case of Household Energy Prices in Poland. *Economic Development and Cultural Change*, 1997, vol. 46, no. 1, pp. 35-59.
13. Gupta S., Verhoeven M., Gillingham R., Schiller C., Mansoor A., Cordoba J. P. *Equity and Efficiency in the Reform of Price Subsidies: A Guide for Policymakers*. Washington, DC, International Monetary Fund, 2000.
14. Hara K., Uwasu M., Kishita Y., Takeda H. Determinant Factors of Residential Consumption and Perception of Energy Conservation: Time-Series Analysis by Large-Scale Questionnaire in Suita, Japan. *Energy Policy*, 2015, vol. 87(C), pp. 240-249.
15. Hennessy M. The Evaluation of Lifeline Electricity Rates: Methods and Myths. *Evaluation Review*, 1984, vol. 8, no. 3, pp. 327-346.
16. Herriges J. A., King K. K. Residential Demand for Electricity Under Inverted Block Rates: Evidence from a Controlled Experiment. *Journal of Business and Economic Statistics*, 1994, vol. 12, no. 4, pp. 419-430.
17. Kamerschen D. R., Porter D. V. The Demand for Residential, Industrial and Total Electricity, 1973-1998. *Energy Economics*, 2004, vol. 26, no. 1, pp. 87-100.
18. Khanna N. Z., Guo J., Zheng X. Y. Effects of Demand Side Management on Chinese Household Electricity Consumption: Empirical Findings from Chinese Household Survey. *Energy Policy*, 2016, vol. 95(C), pp. 113-125.
19. Kojima M., Bacon R., Trimble Ch. *Political Economy of Power Sector Subsidies: A Review with Reference to Sub-Saharan Africa*. Washington, DC, World Bank, 2014. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/19986/895470REPLACEMENT0ies0for0W eb0posting.pdf;sequence=1>.
20. Komives K., Foster V., Halpern J., Wodon Q. *Water, Electricity, and the Poor. Who Benefits from Utility Subsidies?* Washington, DC, World Bank, 2005. <http://documents.worldbank.org/curated/en/606521468136796984/Water-electricity-and-the-poor-who-benefits-from-utility-subsidies>.
21. Liao H., Cao H. S. The Pattern of Electricity Use in Residential Sector: The Experiences from 133 Economies. *Energy*, 2018, vol. 145(C), pp. 515-525.
22. Lin Q., Rizov M., Wong M. Residential Electricity Pricing in China. *The Chinese Economy*, 2014, vol. 47, no. 2, pp. 41-74.
23. Medlock III K. B., Soligo R. Economic Development and End-Use Energy Demand. *The Energy Journal*, 2001, vol. 22, no. 2, pp. 77-105.
24. Olivier A., Ruggeri Laderchi C. *Analyzing the Incidence of Consumer Price Subsidies and the Impact of Reform on Households - Quantitative Analysis: Households*. Energy Subsidy Reform Assessment Framework (ESRAF) Good Practice Note no. 3. Washington, DC, World Bank Group, 2018. <http://documents.worldbank.org/curated/en/250011530882467380/Analyzing-the-Incidence-of-Consumer-Price-Subsidies-and-the-Impact-of-Reform-on-Households-Quantitative-Analysis-Households>.
25. Silva P., Klytchnikova I., Radevic D. Poverty and Environmental Impacts of Electricity Price Reforms in Montenegro. *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 4127, 2007.
26. Silva S., Soares I., Pinho C. Electricity Residential Demand Elasticities: Urban Versus Rural Areas in Portugal. *Energy*, 2018, no. 144(C), pp. 627-632.
27. Tilov I., Farsi M., Volland B. From Frugal Jane to Wasteful John: A Quantile Regression Analysis of Swiss Households' Electricity Demand. *Energy Policy*, 2020, vol. 138. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520300082>.

28. Wang Z. H., Zhang B., Zhang Y. X. Determinants of Public Acceptance of Tiered Electricity Price Reform in China: Evidence from Four Urban Cities. *Applied Energy*, 2012, vol. 91, no. 1, pp. 235-244.
29. Ye Y., Koch S. F., Zhang J. Determinants of Household Electricity Consumption in South Africa. *Energy Economics*, 2018, no. 75(C), pp. 120-133.
30. Yin H. T., Zhou H., Zhu K. Long- and Short-Run Elasticities of Residential Electricity Consumption in China: A Partial Adjustment Model with Panel Data. *Applied Economics*, 2016, vol. 48, no. 28, pp. 2587-2599.
31. Zhang S. S., Lin B. Q. Impact of Tiered Pricing System on China's Urban Residential Electricity Consumption: Survey Evidences from 14 Cities in Guangxi Province. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 170, pp. 1404-1412.