

Для цитирования: Экономика региона. — 2016. — Т.12, вып. 2. — С. 405-416
doi 10.17059/2016-2-7
УДК 332.145

Ю. В. Зайцева

Волгоградский государственный университет (Волгоград, Российская Федерация, e-mail: zaytseva_julia@rambler.ru)

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДОМОХОЗЯЙСТВАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ РАСЧЕТА СОЦИАЛЬНОЙ НОРМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ¹

С июля 2016 г. во всех регионах России планируется введение тарифов на электроэнергию с социальной нормой потребления. Методика расчета социальной нормы потребления для различных типов домохозяйств законодательно утверждена постановлениями Правительства РФ. В постановлениях регламентируется, что объем поставки в пределах социальной нормы должен составлять не менее 70 % фактического объема поставки электрической энергии населению. В настоящей статье проводится анализ обоснованности методики расчета социальной нормы на основе статистического анализа данных о потреблении электроэнергии домохозяйствами РФ. Цель данной работы — разработка эконометрической модели объема потребления электроэнергии домохозяйствами РФ и расчет на основе построенной модели обоснованных социальных норм для различных типов домохозяйств. В качестве объясняющих переменных были выбраны факторы, описывающие размер и условия проживания домохозяйства: число проживающих, наличие или отсутствие электроплиты, тип населенного пункта (город или село), климатические условия региона, в котором проживает домохозяйство. Результаты моделирования показали, что если исходить из требования объема поставки в пределах социальной нормы не менее 70 % фактического объема поставки электрической энергии, то размер социальной нормы для домохозяйств, состоящих из одного человека, должен быть от 110 до 210 кВт·ч в зависимости от условий проживания. Также определены необходимые приросты социальной нормы для второго, третьего и последующих членов домохозяйств различных типов. Полученные значения социальных норм не вполне согласуются со значениями, регламентируемыми законодательно утвержденной методикой. Для некоторых типов домохозяйств значения, предписываемые методикой, занижены. Разработанная модель учитывает региональные особенности потребления электроэнергии и может быть полезна для расчета социальной нормы потребления электроэнергии в регионах РФ.

Ключевые слова: социальная норма потребления электроэнергии, эконометрическая модель, электроэнергия, спрос на электроэнергию, перекрестное субсидирование, тарифы на электроэнергию, энергосбережение, энергоэффективность, энергопотребление, домохозяйство

Введение

С 1 сентября 2013 г. в шести пилотных регионах РФ стартовал эксперимент по введению двухставочных тарифов с социальной нормой потребления электроэнергии. Электроэнергия, потребленная в пределах социальной нормы, оплачивается по социальному пониженному тарифу, а электроэнергия сверх социальной нормы — по повышенному экономически обоснованному тарифу.

Экспериментом охвачены Владимирская, Нижегородская, Орловская, Ростовская области, Забайкальский и Красноярский края. Порядок расчета социальной нормы потребления электроэнергии в этих регионах регламентируется постановлением правительства РФ от 22 июля

2013 г. № 614². Размеры социальной нормы существенно варьируются в пилотных регионах: от 50 кВт·ч в Нижегородской и Владимирской областях до 190 кВт·ч в Орловской области на одного человека (на первого проживающего в жилом помещении).

В случае признания эксперимента успешным планировалось введение нового порядка расчета оплаты электроэнергии на всей территории страны с 1 июля 2014 г. Однако прак-

¹ © Зайцева Ю. В. Текст. 2016.

² О порядке установления и применения социальной нормы потребления электрической энергии (мощности) и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам установления и применения социальной нормы потребления электрической энергии (мощности). Постановление Правительства РФ № 614 от 22.07.2013 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 03.07.2015).

тика применения двухставочных тарифов с социальной нормой в пилотных регионах показала несовершенство методики их расчета, и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2014 г. № 136¹ сроки реализации проекта были перенесены на июль 2016 г. В этом же постановлении были внесены некоторые коррективы в методику расчета социальной нормы.

Одна из целей введения социальной нормы — замедление роста тарифов на электроэнергию для малообеспеченных, наименее социально защищенных слоев населения. Не менее важная цель заключается в стимулировании энергосбережения и повышении энергоэффективности. Предполагается, что стремление уложиться в норму заставит домохозяйства разумнее использовать электроэнергию.

Наконец, нововведение поможет сократить объемы перекрестного субсидирования. Завышенные расходы на оплату электроэнергии, которые несет промышленность, сказываются на экономических показателях предприятий и снижают их конкурентоспособность. Кроме того, предприятия учитывают свои расходы на электроэнергию в себестоимости выпускаемой продукции, и в конечном итоге все оплачивается потребителями. Необходимо отметить, что при сложившейся системе перекрестного субсидирования чем больше человек потребляет, тем больший объем скрытой субсидии он получает. При этом, как правило, большие объемы электроэнергии потребляют обеспеченные люди, имеющие возможность оплачивать коммунальные услуги по полной стоимости, и наоборот — малообеспеченные потребляют мало.

Проблеме определения обоснованного размера социальной нормы и оценке эффекта от ее введения посвящено много работ как российских [1–5], так и зарубежных исследователей [6–10]. Тарифы с социальной нормой потребления с целью поддержки социально уязвимых слоев населения и стимулирования энергосбережения практикуются уже давно во многих странах. Так, во Франции тарифы с социальной нормой потребления электроэнергии применяются с 2000 г. Для семей с низкими доходами предусмотрены скидки от 30 %

¹ О внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации по вопросам установления и применения социальной нормы потребления электрической энергии (мощности). Постановление Правительства РФ № 136 от 25.02.2014 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 03.07.2015).

до 50 % на оплату электроэнергии в пределах 100 кВт·ч в месяц. В Индии действуют многоставочные тарифы с повышающимися ставками, призванные снизить нагрузку на коммерческих и промышленных потребителей. Социальные нормы в Индии отличаются в разных штатах и даже внутри штатов с учетом региональных особенностей [3]. В Колумбии все домохозяйства разбиты на шесть категорий в зависимости от характеристик здания и качества жилья. Для каждой отдельно взятой категории разработан многоставочный тариф с социальной нормой потребления. В результате такого ценообразования бедные слои населения получают трансферт в размере примерно 5 % от их совокупного дохода. Причем этот трансферт они получают не из бюджета, а от наиболее зажиточных слоев, которые, по оценке авторов, теряют только 1 % своих доходов [10].

В связи с предстоящим введением социальной нормы потребления электроэнергии на всей территории РФ представляется актуальным проверить обоснованность предлагаемой в постановлениях № 614 и № 136 методики расчета социальной нормы для отдельных типов домохозяйств на основе статистического анализа данных о потреблении электроэнергии домохозяйствами РФ.

Цель данной работы — разработка эконометрической модели объема потребления электроэнергии домохозяйствами РФ и расчет на основе построенной модели обоснованных социальных норм для различных типов домохозяйств.

Эконометрические модели спроса на электроэнергию домохозяйствами исследовались в работах и зарубежных, и отечественных авторов [11–13]. При этом в модели включался различный набор объясняющих факторов в зависимости от цели исследования. Так, в статье [11] исследовалась зависимость потребления электроэнергии российскими домохозяйствами от цены и от среднедушевого дохода. В работе [12] аналогичная зависимость исследовалась для домохозяйств Калифорнии. В статье [13], помимо цены и дохода, в модель включены факторы, характеризующие наличие, количество и мощность электробытовых приборов.

В настоящей работе модель разрабатывалась с целью обоснованного расчета социальной нормы. Поэтому в качестве объясняющих переменных были выбраны факторы, описывающие размер и условия проживания домохозяйств: число проживающих, наличие или отсутствие электроплиты, тип населенного пун-

кта (город или село), климатические условия региона, в котором проживает домохозяйство.

Модель учитывает региональные особенности электропотребления, что позволяет при расчете социальных норм не допустить дискриминации жителей, проживающих в регионах с суровыми климатическими условиями. Также модель позволяет учесть интересы больших семей, большинство из которых составляют домохозяйства с несовершеннолетними детьми.

Методика расчета социальной нормы потребления, регламентируемая постановлениями Правительства РФ

Расчет величины социальной нормы в соответствии с постановлениями осуществляется уполномоченным органом государственной власти субъекта Российской Федерации на основании выборочных данных о годовом объеме потребления электрической энергии в предшествующем году потребителями, зарегистрированными в жилых помещениях в городских населенных пунктах, не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами для приготовления пищи, в количестве не менее 10000 человек, а также о количестве зарегистрированных в указанных помещениях лиц.

Сначала вычисляется базовая величина для расчета социальной нормы — это средний уровень потребления одиноко проживающего человека (домохозяйство первой группы) в городском населенном пункте в жилом помещении, не оборудованном электроплитами, электроотопительными и электронагревательными приборами для горячего водоснабжения. Базовая величина социальной нормы рассчитывается по формуле

$$V_{\text{CH, гор}} = \frac{V_{\text{гор}}}{12 \times P_{\text{гор}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{гор}}$ — объем фактического годового потребления электрической энергии домохозяйствами, представленными в выборке, в прошедшем году; $P_{\text{гор}}$ — численность населения, зарегистрированных в указанных домохозяйствах.

Далее социальная норма рассчитывается в отношении шести групп домохозяйств и шести типов жилых помещений. Все домохозяйства делятся на шесть групп в зависимости от числа зарегистрированных в жилом помещении. Номер группы с первой по четвертую соответствует числу зарегистрированных в домохозяйстве человек. Например, третья группа включает домохозяйства с тремя зарегистри-

рованными лицами. Пятая группа включает в себя домохозяйства с пятью и более зарегистрированными лицами. К шестой группе домохозяйств относятся граждане, проживающие в жилых помещениях специализированного жилищного фонда, в случаях, когда они не объединены совместным ведением хозяйства.

Разделение на типы жилых помещений устанавливается в зависимости от наличия или отсутствия электроплит и электроотопительных и электронагревательных установок, а также в зависимости от места проживания (город или село).

Величина социальной нормы для первой группы домохозяйств в жилых помещениях, расположенных в городских населенных пунктах и не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами, электроотопительными и электронагревательными установками, определяется по формуле:

$$\text{CH}^1 = D \times V_{\text{CH, гор}}, \quad (2)$$

где D — коэффициент, принимающий значения: $D = 1,5$ — для домохозяйств в аварийном либо ветхом жилом фонде со степенью износа более 70 %; $D = 1$ — для остальных домохозяйств.

Величина социальной нормы для групп домохозяйств со второй по пятую в жилых помещениях, расположенных в городских населенных пунктах и не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами, электроотопительными и электронагревательными установками, определяется по формуле

$$\text{CH}^n = \text{CH}^{n-1} + D \times R^n, \quad (3)$$

где n — количество зарегистрированных в установленном порядке по месту жительства лиц в жилом помещении ($n = 2, 3, 4, 5$); R^n — прирост социальной нормы электроэнергии для n -го члена домохозяйства.

Согласно постановлению № 614, коэффициент R^n устанавливался равным 50 кВт·ч для $n = 2$ и 20 кВт·ч для $n = 3, 4$ или 5. Постановлением № 136 для коэффициента R^n были внесены поправки: 60 кВт·ч в месяц для $n = 2$ и 40 кВт·ч для $n = 3, 4$ или 5.

Величина социальной нормы для жилых помещений, расположенных в сельских населенных пунктах, не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и электроотопительными и электронагревательными установками, для каждой из шести групп домохозяйств определяется по формуле:

$$\text{CH}_{\text{село}}^n = \text{CH}^n + \text{CH}_{\text{село}}, \quad (4)$$

где: $CH_{\text{село}}^n$ — величина, характеризующая специфику потребления электрической энергии в сельских населенных пунктах и принимающая значение, устанавливаемое уполномоченным органом государственной власти субъекта Российской Федерации, но не более 100 кВт·ч в месяц на одно домохозяйство.

Величина социальной нормы для жилых помещений, оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными и электронагревательными установками, для каждой группы домохозяйств рассчитывается по формуле

$$CH_{\text{ЭП}}^n = CH^n + \Delta CH_{\text{ЭП}}^n, \quad (5)$$

где $\Delta CH_{\text{ЭП}}^n$ — величина, характеризующая потребление электрической энергии на приготовление пищи и (или) отопление с использованием стационарных электрических плит и (или) электроотопительных и электронагревательных установок с соответствующим количеством зарегистрированных в установленном порядке по месту жительства лиц. Величина $\Delta CH_{\text{ЭП}}^n$ устанавливается уполномоченным органом государственной власти субъекта Российской Федерации в размере не более 50 кВт·ч в месяц на 1 человека, но не менее 90 кВт·ч в месяц на одно домохозяйство.

После расчета социальных норм для отдельных категорий потребителей уполномоченный орган государственной власти субъекта Российской Федерации при необходимости корректирует социальные нормы таким образом, чтобы объем поставки в пределах социальной нормы составлял долю не менее 70 % и не более 85 % фактического объема поставки электрической энергии населению.

Данные для построения эконометрической модели

Для построения эконометрической модели были использованы данные Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE), проводимого Национальным исследовательским университетом — Высшей школой экономики и ЗАО «Демоскоп» при участии Центра народонаселения Университета Северной Каролины в Чапел Хилле и Института социологии РАН¹. Мониторинг представляет собой серию ежегодных общенациональных репрезентативных опросов на базе вероятностной страти-

¹ Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE). [Электронный ресурс]. Доступ: <http://www.hse.ru/rlms> (дата обращения: 03.07.2015).

фицированной многоступенчатой территориальной выборки, разработанной при участии ведущих мировых экспертов в этой области. Начиная с 2010 г., данные мониторинга стали общедоступными для исследователей в России и за рубежом.

Для исследования использовались данные 22-й волны (опрос проводился в декабре 2013 г.). Анализировались следующие показатели по 4763 российским домохозяйствам: число членов домохозяйства, среднемесячный объем потребления электроэнергии, наличие или отсутствие электроплиты, место проживания (город или село), климатические условия, в которых проживает домохозяйство. Регионы, представленные в выборке, по климатическим условиям были разбиты на 3 группы: с холодным, умеренным и теплым климатом. Для разбиения использовалось деление территории России по температурным зонам². Регионы, находящиеся в I и II зоне, были отнесены к регионам с теплым климатом, регионы из II и III зон — к регионам с умеренным климатом и регионы из V и VI зон — к регионам с холодным климатом. Некоторые результаты предварительного статистического анализа данных получены автором в работе [2].

В городах проживает 72 % всех домохозяйств, представленных в выборке. Большинство домохозяйств (65 %) проживает в регионах с умеренным климатом, 20 % — в регионах с холодным климатом и 15 % — в регионах с теплым климатом. Стационарными электроплитами пользуется 21 % домохозяйств.

Большинство домохозяйств, представленных в выборке (31 %), состоят из двух человек. Примерно равные доли — 22 и 21 % — приходятся на домохозяйства, включающие одного и трех человек соответственно. Домохозяйства, состоящие из четырех человек, составляют 15 % всех домохозяйств. Еще 6 % приходится на домохозяйства из пяти человек. Домохозяйства из шести и более человек составляют 5 % всех домохозяйств в выборке (рис. 1).

Анализ гистограммы распределения домохозяйств по объему потребляемой в месяц электроэнергии (рис. 2) показывает, что большинство домохозяйств (46 %) потребляют от 100 до 200 кВт·ч электроэнергии в месяц, 28 % домохозяйств укладываются в 100 кВт·ч в месяц, 17 % домохозяйств потребляют от 200 до

² Приложение к сборнику сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. [Электронный ресурс]. Доступ из правовой консультационной службы «Закон прост» (дата обращения: 03.07.2015).

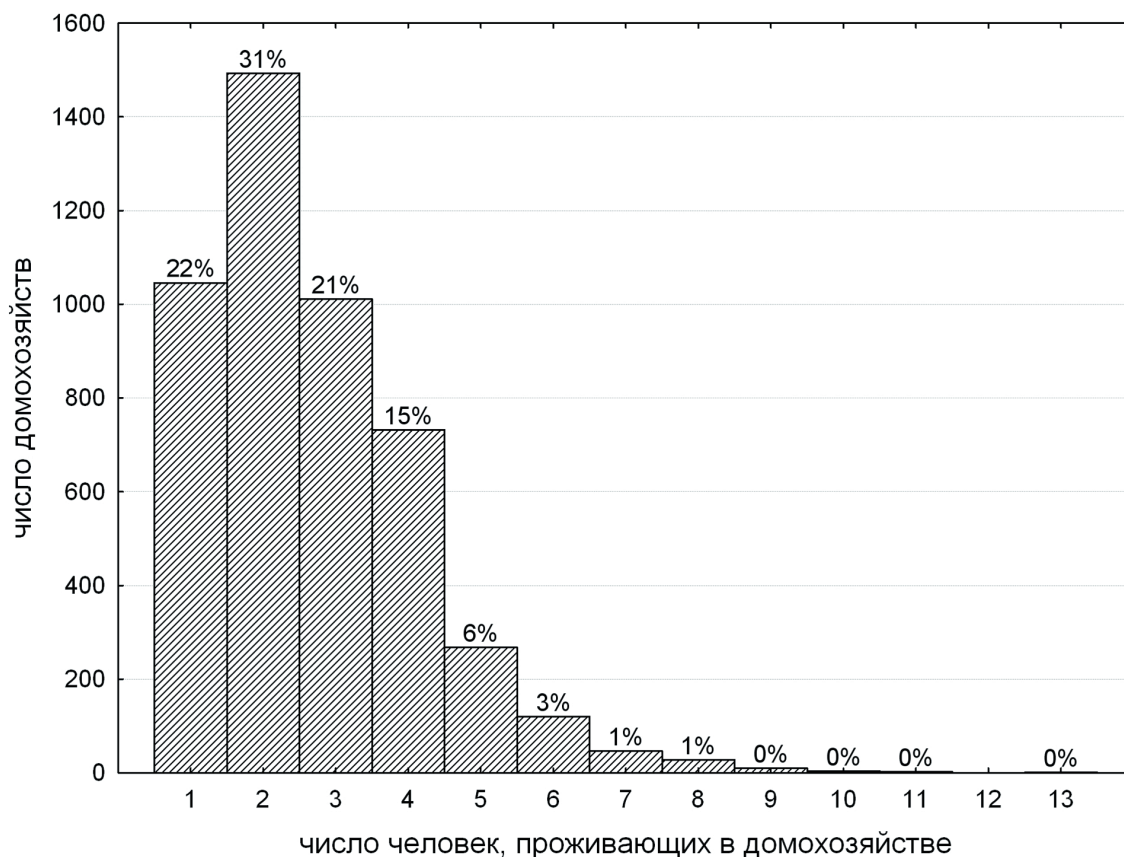


Рис. 1. Гистограмма частот распределения домохозяйств по числу проживающих

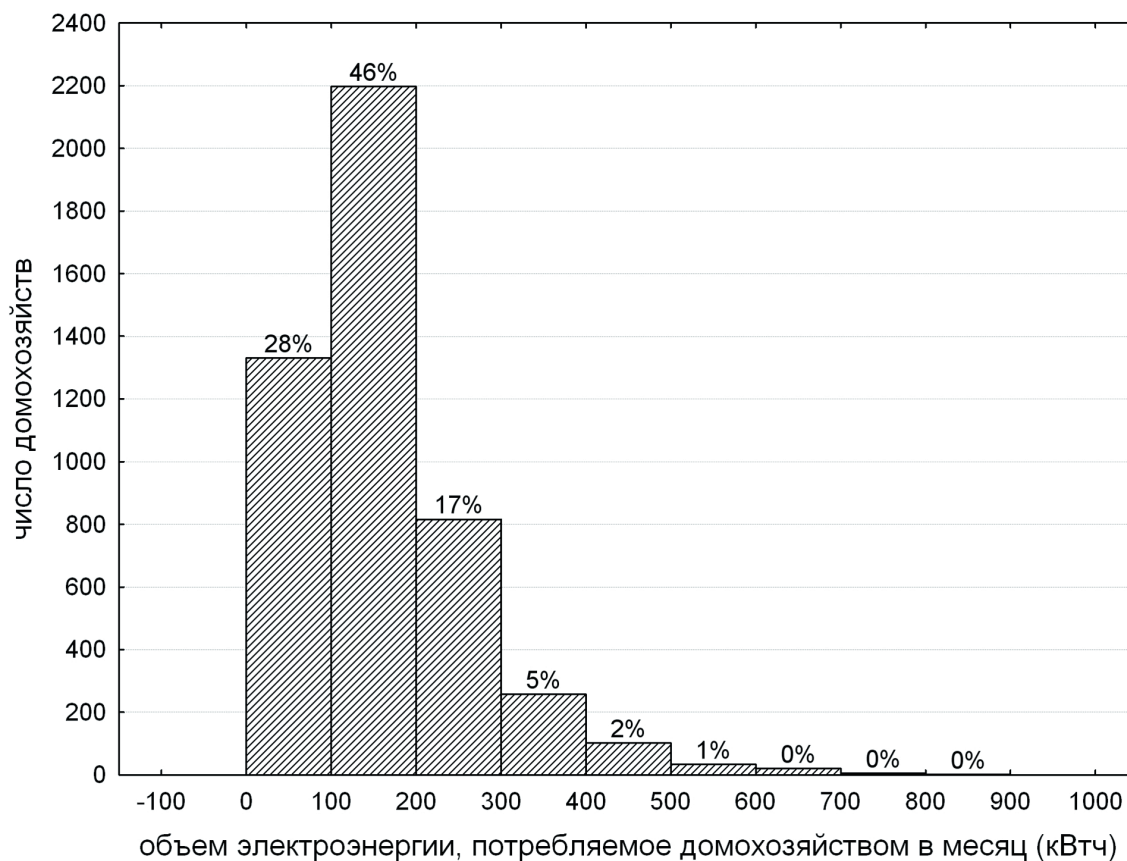


Рис. 2. Гистограмма частот распределения домохозяйств по объему потребления электроэнергии в месяц

300 кВт·ч в месяц. Свыше 300 кВт·ч электроэнергии в месяц потребляют 9 % домохозяйств.

Эконометрическое моделирование объема потребления электроэнергии домохозяйствами

Для обоснованного расчета социальных норм потребления для различных типов домохозяйств была разработана эконометрическая модель, в которой в качестве зависимой переменной выступает объем потребления электроэнергии домохозяйством в месяц Q . Объясняющими переменными являются: число человек, проживающих в домохозяйстве N , место проживания (город или село), климатические условия, наличие или отсутствие электроплиты в домохозяйстве. Для качественных факторов были введены бинарные переменные [14, с. 100–105]. Для места проживания определена переменная

$$status = \begin{cases} 1, & \text{если домохозяйство проживает} \\ & \text{в селе,} \\ 0, & \text{если домохозяйство проживает} \\ & \text{в городе.} \end{cases} \quad (6)$$

Для учета в модели наличия или отсутствия электроплиты введена переменная

$$plita = \begin{cases} 1, & \text{если в домохозяйстве} \\ & \text{есть электроплита,} \\ 0, & \text{если в домохозяйстве} \\ & \text{нет электроплиты.} \end{cases} \quad (7)$$

Так как климатические условия включают три градации, то для этого фактора было введено две бинарные переменные:

$$climat_um = \begin{cases} 1, & \text{если климат умеренный,} \\ 0, & \text{если климат теплый или} \\ & \text{холодный;} \end{cases} \quad (8)$$

$$climat_cold = \begin{cases} 1, & \text{если климат холодный,} \\ 0, & \text{если климат умеренный} \\ & \text{или теплый.} \end{cases} \quad (9)$$

Возможные значения бинарных переменных $climat_um$ и $climat_cold$ для домохозяйств, проживающих в различных климатических условиях, представлены в таблице 1.

Линейная функция не подойдет для моделирования объема потребления электроэнергии домохозяйством в зависимости от числа его членов, так как прирост потребления электроэнергии домохозяйством с увеличением размера домохозяйства на одного че-

Таблица 1

Значения бинарных переменных для домохозяйств, проживающих в регионах, с различными типами климата

Значения бинарных переменных	Тип климата, в котором проживает домохозяйство		
	теплый	умеренный	холодный
$climat_um$	0	1	0
$climat_cold$	0	0	1

Источник: построено автором.

ловека не является постоянным. Чем больше человек проживает в домохозяйстве, тем меньше будет этот прирост. Поэтому зависимость объема потребления электроэнергии от числа членов домохозяйства должна моделироваться нелинейной, выпуклой вверх функцией. Например, это может быть логарифмическая функция или степенная функция с показателем степени меньше единицы. Так как гистограмма распределения домохозяйств по объему потребления электроэнергии Q (рис. 2) указывает на близость распределения к логнормальному, то перед построением модели зависимую переменную Q следует прологарифмировать, и более подходящей для моделирования объема потребления электроэнергии от числа членов домохозяйства будет степенная функция.

Таким образом, была выбрана следующая спецификация эконометрической модели

$$\ln(Q) = a_0 + a_1 \ln(N) + a_2 status + a_3 plita + a_4 climat_um + a_5 climat_cold. \quad (10)$$

После потенцирования модель имеет вид

$$Q = e^{a_0} N^{a_1} e^{a_2 status} e^{a_3 plita} e^{a_4 climat_um} e^{a_5 climat_cold}. \quad (11)$$

Результаты оценки параметров модели приведены в таблице 2.

P -уровень для коэффициента перед бинарной переменной $climat_um$ указывает на его незначимость (при уровне значимости 0,06 и меньше). Это означает, что объем потребления электроэнергии домохозяйствами, проживающими в умеренном и теплом климате одинаков (при прочих равных факторах). Переменная $climat_um$ была исключена из модели. Результаты построения модели после исключения бинарной переменной $climat_um$ приведены в таблице 3.

Все коэффициенты модели значимы. Статистика Фишера для проверки значимости модели в целом $F = 656,83$, p -уровень для нее практически равен 0, что говорит о значимости модели в целом. Коэффициент детерминации для построенной модели $R^2 = 0,36$, мно-

Таблица 2

Результаты оценки параметров эконометрической модели со всеми факторами

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>p</i> -уровень
константа	4,51	0,021	214,02	0,00
<i>plita</i>	0,34	0,017	20,06	0,00
<i>climat_um</i>	-0,03	0,019	-1,85	0,06
<i>climat_cold</i>	0,13	0,023	5,71	0,00
<i>status</i>	0,13	0,015	8,75	0,00
ln(<i>N</i>)	0,49	0,012	42,54	0,00

Источник: рассчитано автором.

Таблица 3

Результаты оценки параметров эконометрической модели после исключения незначимого фактора

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>p</i> -уровень
Константа	4,47	0,013	347,80	0,00
<i>plita</i>	0,34	0,017	19,97	0,00
<i>climat_cold</i>	0,16	0,017	9,53	0,00
<i>status</i>	0,13	0,014	9,14	0,00
ln(<i>N</i>)	0,50	0,016	43,05	0,00

Источник: рассчитано автором.

жественный коэффициент корреляции $R = 0,6$. Коэффициент детерминации довольно низкий: только 36 % вариации логарифма зависимой переменной объясняется факторами, включенными в модель. Потребление электроэнергии зависит и от ряда других факторов, по-

мимо рассмотренных. Но для обоснованного расчета социальной нормы нас интересуют именно эти факторы.

Гистограмма остатков для построенной модели (рис. 3) указывает на близость распределения остатков к нормальному.

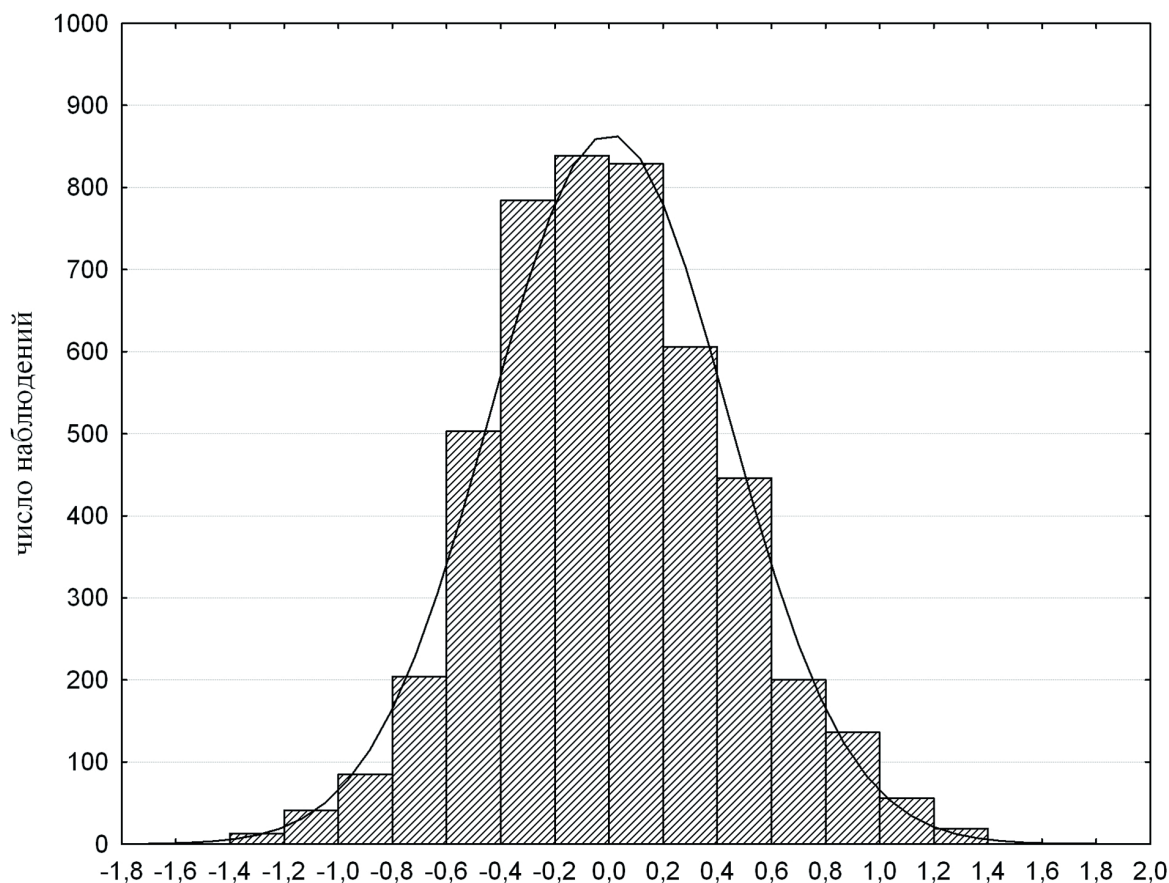


Рис. 3. Гистограмма остатков для построенной модели

Таким образом, выводы о значимости в модели в целом и отдельных ее коэффициентов корректны. Кроме того, нормальное распределение остатков позволит построить 70-процентные квантили для объема потребления электроэнергии и, таким образом, обоснованно определить социальные нормы для различных категорий потребителей.

Итак, была получена эконометрическая модель

$$\ln(Q) = 4,47 + 0,50 \cdot \ln(N) + 0,13 \cdot status + 0,34 \cdot plita + 0,16 \cdot climat_cold, \quad (12)$$

или после потенцирования

$$Q = 87,75N^{0,5} e^{0,13 \cdot status} e^{0,34 \cdot plita} e^{0,16 \cdot climat_cold}. \quad (13)$$

Прогнозируемый объем потребления электроэнергии городским домохозяйством без электроплиты, проживающим в теплом климате и состоящим из одного человека, составил 88 кВт·ч. Для домохозяйств, проживающих в селе, прогнозируемый объем потребления электроэнергии в $e^{0,13} \approx 1,14$ раз выше, чем в городе. Таким образом, при прочих равных условиях сельские домохозяйства расходуют в среднем на 14 % электроэнергии больше, чем городские. Домохозяйства, проживающие в жилых помещениях, оборудованных электроплитами, потребляют в месяц в $e^{0,34} \approx 1,40$ раза больше электроэнергии, чем домохозяйства, проживающие в помещениях без электроплит. Следовательно, наличие электроплиты увеличивает потребление электроэнергии на 40 %. Домохозяйства, проживающие в холодном климате, расходуют в среднем в $e^{0,16} \approx 1,17$ раза (или на 17 % больше) электроэнергии, чем домохозяйства, проживающие в теплом и умеренном климате.

Проанализируем теперь приросты потребления электроэнергии при увеличении размера домохозяйства на одного человека. Заметим, что эти приросты будут зависеть не только от числа человек, но и от прочих факторов, включенных в модель. Возьмем для примера домохозяйства, не имеющие электроплиты, проживающие в городе с теплым или умеренным климатом. Результаты расчетов прогнозируемых объемов потребления и их прироста в зависимости от числа человек представлены в таблице 4 и изображены на рисунке 4.

Рост размера домохозяйства с одного до двух человек увеличивает потребление электроэнергии на 36 кВт·ч в месяц, добавление третьего члена домохозяйства увеличивает потребление электроэнергии на 28 кВт·ч в месяц и т. д.

Таблица 4

Прогнозируемые объемы потребления электроэнергии для домохозяйств, проживающих в городе с теплым или умеренным климатом, в зависимости от числа проживающих в домохозяйстве, кВт·ч в месяц

Число человек в домохозяйстве	Прогнозируемое потребление электроэнергии	Прирост прогнозируемого потребления электроэнергии при увеличении числа человек на одного
1	88	—
2	124	36
3	152	28
4	175	23
5	195	21
6	214	19

Источник: рассчитано автором по модели (13).

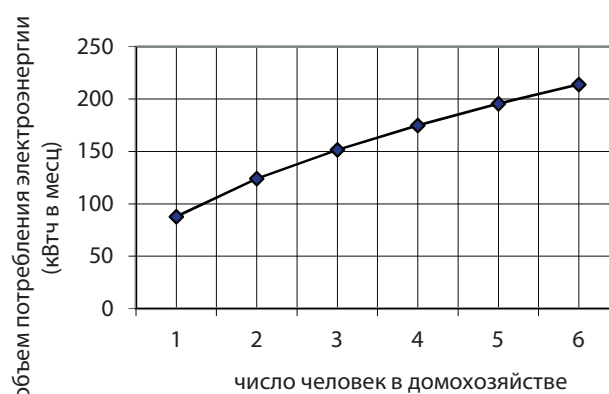


Рис. 4. Прогнозируемые объемы потребления электроэнергии для домохозяйств, проживающих в городе с теплым или умеренным климатом, в зависимости от числа проживающих в домохозяйстве

Расчет обоснованной социальной нормы потребления электроэнергии на основе разработанной модели

Построенная модель позволяет рассчитать ожидаемый объем потребления электроэнергии домохозяйствами различных типов. Согласно постановлениям, объем поставки в пределах социальной нормы должен составлять не менее 70 % и не более 85 % фактического объема поставки электрической энергии населению. Поэтому рассчитаем также 70- и 85-процентные квантили для объема потребления электроэнергии каждой группы домохозяйств. Между этими квантилями и следует устанавливать социальную норму.

Учитывая, что остатки в построенной модели имеют нормальное распределение, можно для каждой группы домохозяйств построить односторонние 70- и 85-процентные доверительные интервалы для объема потребления электроэнергии Q в месяц из условий

$P(Q < q_{0,7}) = 0,7$ и $P(Q < q_{0,85}) = 0,85$. Тогда социальная норма потребления электроэнергии должна лежать в интервале от $q_{0,7}$ до $q_{0,85}$.

Для построения доверительных интервалов используем стандартную теорию прогнозирования регрессионного анализа [15, с. 86–87]. Если $\hat{y}(x^p)$ — прогнозируемое значение фактора у при заданном векторе объясняющих переменных x^p , то случайная величина $\frac{\hat{y}(x^p) - y(x^p)}{s(x^p)}$ имеет распределение Стьюдента с $n - r - 1$ степенями свободы, где $s(x^p)$ — стандартная ошибка прогнозируемого значения, n — объем выборки, r — число объясняющих переменных. Отсюда правая граница $\alpha \cdot 100\%$ одностороннего доверительного интервала для $y(x^p)$ имеет вид $\hat{y}(x^p) + s(x^p) \cdot t_\alpha(n - r - 1)$, где $t_\alpha(n - r - 1)$ — квантиль распределения Стьюдента с $n - r - 1$ степенями свободы уровня значимости α .

Учитывая, что в нашем случае объясняемая переменная прологарифмирована, правая граница доверительного интервала для потребления электроэнергии домохозяйством в месяц равна $\exp(\ln(x^p) + s(x^p) \cdot t_\alpha(n - r - 1))$. В таблице 5 приведены результаты расчета 70- и 85-процентных квантилей потребления электроэнергии для домохозяйств, не имеющих электроплит, проживающих в городе с теплым или умеренным климатом. Для таких домохозяйств значения всех фиктивных переменных равны 0.

Таким образом, если исходить из требования «объем поставки в пределах социальной нормы должен составлять не менее 70 % и не более 85 % процентов фактического объема поставки электрической энергии населению», социальная норма для рассматриваемого типа домохозяйств, состоящих из одного человека, должна быть от 111 до 139 кВт·ч в месяц. Для домохозяйств из двух человек социальная норма должна составить от 156 до 196 кВт·ч в месяц и т. д.

В дальнейшем будем предполагать, что социальная норма будет установлена на нижнем допустимом уровне. В зависимости от условий проживания домохозяйства можно разделить на 8 типов, представленных в таблице 6. В таблице 7 и на рис. 5 представлены социальные нормы потребления электроэнергии, рассчитанные по разработанной модели для домохозяйств восьми типов в зависимости от числа человек.

Рассчитаем также приросты социальной нормы при увеличении размера домохозяйства на одного человека и сравним их с реко-

Таблица 5

Квантили потребления электроэнергии уровня значимости 70 % и 85 % для домохозяйств, не имеющих электроплит, проживающих в городе с теплым или умеренным климатом, кВт·ч в месяц

Число человек в домохозяйстве	Прогнозируемое потребление электроэнергии	70-процентный квантиль потребления электроэнергии	85-процентный квантиль потребления электроэнергии
1	88	111	139
2	124	156	196
3	152	191	239
4	175	220	276
5	195	246	308
6	214	270	338

Источник: рассчитано автором по модели (13).

Таблица 6

Характеристика групп домохозяйств

№ типа домохозяйства	Место проживания	Климат	Наличие или отсутствие электроплиты
1	город	теплый или умеренный	нет
2	город	теплый или умеренный	есть
3	город	холодный	нет
4	город	холодный	есть
5	село	теплый или умеренный	нет
6	село	теплый или умеренный	есть
7	село	холодный	нет
8	село	холодный	есть

Источник: построено автором.

Таблица 7

Социальные нормы потребления электроэнергии, рассчитанные по разработанной модели, для домохозяйств восьми типов в зависимости от числа человек, кВт·ч в месяц

Тип домохозяйства	Число человек в домохозяйстве					
	1	2	3	4	5	6
1	111	156	191	220	246	270
2	155	218	267	308	344	377
3	130	183	224	259	289	317
4	182	257	314	362	405	443
5	126	178	218	251	281	307
6	176	249	305	351	393	430
7	148	209	256	295	330	361
8	207	293	358	413	462	506

Источник: рассчитано автором по модели (13).

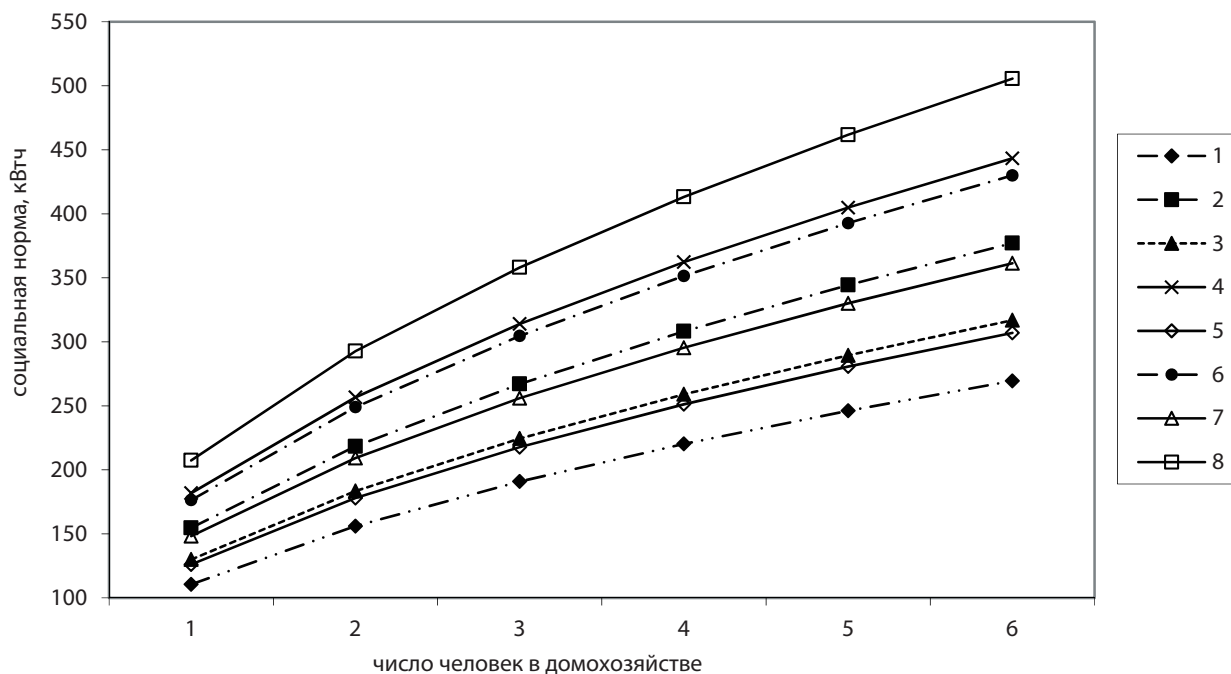


Рис. 5. Социальные нормы потребления электроэнергии, рассчитанные по разработанной модели, в зависимости от числа человек для домохозяйств восьми типов

Таблица 8

Приросты социальной нормы, рассчитанные по модели, при увеличении размера домохозяйства на одного человека, кВт·ч в месяц

Тип домохозяйства	Число человек в домохозяйстве					
	1	2	3	4	5	6
1	—	45	35	29	26	23
2	—	64	49	41	36	33
3	—	53	41	35	30	27
4	—	75	57	48	43	38
5	—	52	40	33	29	26
6	—	73	56	47	41	37
7	—	61	47	39	35	31
8	—	85	65	55	49	44

Источник: рассчитано автором по модели (13).

мендованными методикой, изложенной в постановлениях. Результаты расчета приведены в таблице 8.

Постановление регламентирует прирост социальной нормы для второго члена домохозяйства 60 кВт·ч. Как показывают результаты расчетов, для отдельных типов домохозяйств (4-й, 6-й и 8-й) этого недостаточно. Это домохозяйства, проживающие в жилых помещениях с электроплитами, в холодном климате, а также домохозяйства, проживающие в жилых помещениях с электроплитами в селе.

Для всех последующих членов домохозяйства Постановление регламентирует прирост социальной нормы 40 кВт·ч. Этой величины также недостаточно для отдельных типов домохозяйств. Для домохозяйств восьмого типа,

проживающих в холодном климате, в сельской местности, в жилых помещениях, оборудованных электроплитами, добавка для третьего члена домохозяйства должна быть 65 кВт·ч, а для всех последующих около 50 кВт·ч.

Заключение

В работе проведен статистический анализ данных бюджетного обследования российских домохозяйств, и на основе этого анализа построена эконометрическая модель, которая позволяет рассчитывать обоснованную социальную норму потребления электроэнергии для различных типов домохозяйств в зависимости от числа проживающих, наличия или отсутствия электроплиты, типа населенного пункта, климатических условий региона, в котором проживает домохозяйство.

Согласно модели, сельские домохозяйства потребляют в среднем на 14 % электроэнергии больше, чем городские. Домохозяйства, проживающие в жилых помещениях, оборудованных электроплитами, расходуют в месяц в среднем на 40 % больше электроэнергии, чем домохозяйства, проживающие в помещениях без электроплит. Домохозяйства, проживающие в холодном климате, потребляют в среднем на 17 % больше электроэнергии, чем домохозяйства, проживающие в теплом и умеренном климате.

Результаты моделирования показали, что если исходить из требования объема поставки в пределах социальной нормы не менее 70 %

фактического объема поставки электрической энергии, то размер социальной нормы для домохозяйств, состоящих из одного человека, должен быть от 110 до 210 кВт·ч в зависимости от условий проживания. Необходимый прирост социальной нормы в зависимости от типа домохозяйства варьируется для второго члена домохозяйства от 45 до 85 кВт·ч, для третьего — от 35 до 65 кВт·ч, для четвертого от 29 до 55 кВт·ч, для пятого — от 26 до 49 кВт·ч, для шестого —

от 23 до 44 кВт·ч. Эти значения не вполне согласуются со значениями, регламентируемыми законодательно утвержденной методикой. Для некоторых категорий домохозяйств значения, предписываемые постановлением, занижены.

Разработанная модель учитывает региональные особенности потребления электроэнергии и может быть полезна для расчета социальной нормы потребления электроэнергии в регионах Российской Федерации.

Список источников

1. Васин Д. А. К вопросу о применении социальных норм потребления электрической энергии // Известия Тульского государственного университета. — 2014. — № 3–1. — С. 388–394. — (Экономические и юридические науки).
2. Зайцева Ю. В. Анализ обоснованности методики расчета социальной нормы потребления электроэнергии на основе данных выборочного обследования российских домохозяйств // Научный вестник Волгоградского филиала РАНХиГС. — 2015. — № 1. — С. 62–66. — (Экономика)
3. Палис Д. В. Социальная норма потребления электроэнергии. Последствия, обзор мирового опыта // Энергорынок. 2014. — № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-m.ru/er/2014-03/31582> (дата обращения: 03.07.2015).
4. Фатеева Е. И. Основные аспекты применения социальной нормы потребления электрической энергии // Энергетика и право. 2013. — № 3. — С. 15–18.
5. Эйсфельд А. А. Российская практика применения социальной нормы потребления электроэнергии // Вестник Волгоградского государственного университета. — 2010. — № 8–1. — С. 88–91.
6. Allcott H. Social norms and energy conservation // Journal of Public Economics. — 2011. — V. 95. — Pp. 1082–1095.
7. Harries T., Rettie R., Studley M., Burchell K., Chambers S. Is social norms marketing effective? A case study in domestic electricity consumption // European journal of marketing. — 2013. — V. 47. — Pp. 1458–1475.
8. Abrahamse W., Steg L., Vlek C., Rothengatter T. A review of intervention studies aimed at household energy conservation // Journal of Environmental Psychology. — 2005. — V. 25(3). — Pp. 273–291.
9. Schultz P., Nolan J., Cialdini R., Goldstein N., Griskevicius V. The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms // Psychological Science. — 2007. — V. 18(5). — Pp. 429–434.
10. Maddock R., Castano E. The Welfare impact of pricing block pricing: electricity in Columbia // The Energy Journal. — 1991. — V. 12(4). — Pp. 65–77.
11. Коробкина А. А. Разработка моделей социально-ориентированных многоставочных тарифов на электроэнергию для населения: дисс. ... канд. экон. наук. — Воронеж, 2011. — 164 с.
12. Peter C., Matthew W. Household electricity demand // Review of Economic Studies. — 2005. — V. 72(3). — Pp. 853–883.
13. Dubin J., McFadden D. An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption // Econometrica. — 1984. — V. 52(2). — Pp. 345–362.
14. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс : учебник. — М. : Дело, 2005. — 504 с.
15. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике / Пер. с англ. В. А. Банникова; научн. ред. и предисл. С. А. Айвазяна. — М.: Научная книга, 2008. — 616 с.

Информация об авторе

Зайцева Юлия Владимировна — кандидат экономических наук, доцент кафедры математических методов и информатики в экономике, Волгоградский государственный университет (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100; e-mail: zaytseva_julia@rambler.ru).

For citation: *Ekonomika regiona* [Economy of Region], — 2016. — Vol.12, Issue 2. — pp. 405–416

Yu. V. Zaytseva

Volgograd State University (Volograd, Russian Federation; e-mail: zaytseva_julia@rambler.ru)

Econometric Modeling of Electricity Consumption by Households as a Tool for the Calculation of Social Norms of Consumption

Since July 2016, in all regions of Russia, it is planned to introduce the electricity tariffs with the social norm of consumption. The calculation method of the social norms of consumption for the different types of households is approved by the Government decree of the Russian Federation. The resolutions of the decree regulate the volume of electricity supply within a social norm

not less than 70 % of the real volume of the supply of electric energy to the population. In this article, the analysis of the validity of the methods for calculating the social norm on the basis of the statistical analysis of the data on electricity consumption by Russian households is made. The purpose of this work is to develop an econometric model of electricity consumption by Russian households and to calculate reasonable social norms for different categories of households on the basis of this model. As the explanatory variables, the factors describing the size and living conditions of households were selected: the number of residents, the presence or absence of electric stove, the type of settlement (city or village), the climatic conditions of the region. The simulation results showed that according to the requirements of the social norm (at least 70 percent of the actual volume of electric energy delivery), the norms for households consisting of one person should be from 110 to 210 kWh depending on the living conditions. The necessary increment of social norms for the second, third and subsequent members of the households of different categories are also identified. The received values of social norms are not quite consistent with the values regulated by the legislatively approved method. For some types of households, the values are underestimated. The developed model considers the regional specific features of electricity consumption and can be useful for the calculation of the social norms of electricity consumption in the regions of the Russian Federation.

Keywords: social norm of electricity consumption, econometric model, electricity, electricity demand, cross-subsidies, electricity tariffs, power conservation, energy efficiency, energy consumption, household

References

1. Vasin, D. A. (2014). K voprosu o primeneniі sotsialnoy normy potrebleniya elektricheskoy energii [To the question of the application of social norms of electricity consumption]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie nauki [Bulletin of the Tula State University. Economic and legal Sciences]*, 3–1, 388–394.
2. Zaytseva, Yu. V. (2015). Analiz obosnovannosti metodiki rascheta sotsialnoy normy potrebleniya elektroenergii na osnove dannykh vyborochnogo obsledovaniya rossiyskikh domokhozyaystv [The analysis of the reasonableness of methods of calculation of the social norms of electricity consumption based on data from a sample survey of Russian households]. *Nauchnyy vestnik Volgogradskogo filiala RANHiGS. Seriya Ekonomika [Scientific Bulletin of the Volgograd branch of RANHiGS. The Economic Series]*, 1, 62–66.
3. Palis, D. V. (2014). Sotsialnaya norma potrebleniya elektroenergii: posledstviya, obzor mirovogo opyta [A social norm of electricity consumption: consequences, a review of international experience]. *Energorynok [Energy market]*, 3. Retrieved from: <http://www.e-m.ru/er/2014-03/31582/> (date of access: 03.07.2015).
4. Fateeva, E. I. (2013). Osnovnyye aspekty primeneniya sotsialnoy normy potrebleniya elektricheskoy energii [The main aspects of applying the social norms of electricity consumption]. *Energetika i pravo [Energy and law]*, 3, 15–18.
5. Eysfeld, A. A. (2010). Rossiyskaya praktika primeneniya sotsialnoy normy potrebleniya elektroenergii [The Russian practice of social norms of electricity consumption]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Volgograd State University]*, 8–1, 88–91.
6. Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95, 1082–1095.
7. Harries, T., Rettie, R., Studley, M., Burchell, K., Chambers, S. (2013). Is social norms marketing effective? A case study in domestic electricity consumption. *European Journal of Marketing*, 47, 1458–1475.
8. Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 273–291.
9. Schultz, P., Nolan, J., Cialdini, R., Goldstein, N., Griskevicius, V. (2007). The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. *Psychological Science*, 18(5), 429–434.
10. Maddock, R., & Castano, E. (1991). The Welfare impact of pricing block pricing: electricity in Columbia. *The Energy Journal*, 12(4), 65–77.
11. Korobkina, A. A. (2011). *Razrabotka modeley sotsialno-orientirovannykh mnogostavochnykh tarifov na elektroenergiyu dlya naseleniya: diss. ... kand. ekon. nauk [Development of models of socially oriented multi-rate electricity tariffs for the population: published summery of a PhD thesis]*. Voronezh, 164.
12. Peter, C., & Matthew, W. (2005). Household electricity demand. *Review of Economic Studies*, 72(3), 853–883.
13. Dubin, J., & McFadden, D. (1984). An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption. *Econometrics*, 52(2), 345–362.
14. Magnus, Ya. R., Katyshev, P. K. & Peresetsky, A. A. (2005). *Ekonometrika. Nachalnyy kurs: uchebnik [Econometrics. Initial course: textbook]*. Moscow: Delo Publ., 504.
15. Verbik, M. (2008). *Putevoditel po sovremennoy ekonometrike [A guide to modern econometrics]*. Tran. From English by Bannikov V. A. Edited by Ayvazyan S. A. Moscow: Nauchnaya kniga Publ., 616.

Author

Yulia Vladimirovna Zaytseva — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Computer Science in Economy, Volgograd State University (100, Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: zaytseva_julia@rambler.ru).