

УДК 332.145

ББК 65в6

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ СТАВКИ ПРИ РАСЧЁТЕ БЛОЧНОГО ТАРИФА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛГОГРАДА)

Эйфельд А. А.¹

(Волгоградский государственный университет, *Волгоград*)

Статья посвящена моделированию социальной ставки в модели блочного тарифа на электроэнергию для населения. Приведен механизм расчета данного тарифа на основе статистических данных г. Волгограда и Волгоградской области. Проведены численные исследования свойств данного тарифа.

Ключевые слова: двухставочный тариф, тарифы на электроэнергию, моделирование тарифов, социальная норма потребления, бытовые потребители.

Либерализация электроэнергетических рынков и современные социально-экономические условия жизни определяют необходимость разработки новых, более эффективных моделей тарифных систем для населения, учитывающих множество факторов. Величина тарифов на электроэнергию для бытовых клиентов в России приближается к европейским значениям, однако уровень платежеспособности и уровень жизни остаются несравнимо разными. Более того, в России на протяжении долгого периода наблюдается процесс высокой дифференциации населения по доходам. Об этом свидетельствует динамика изменения значений коэффициента фондов, который характеризует степень расслоения общества и показывает отношение среднего

¹ Анастасия Александровна Эйфельд, ассистент
(aeisfeld@yandex.ru).

уровня доходов 10% самых богатых граждан к среднему уровню доходов 10% самых бедных. Чем выше данный показатель, тем выше дифференциация населения по доходам. По рекомендации ООН он не должен превышать 8-10, иначе ситуация в стране чревата социальными катаклизмами. В странах Европы этот коэффициент равен 6-10 и ниже, для России динамика его изменения представлена данными таблицы 1.

Таблица 1. Динамика изменения коэффициента фондов в России за период с 2004 по 2010 гг.

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
15,2	15,2	16,0	16,8	16,8	16,7	15,8

Таким образом, по официальным данным Федеральной службы государственной статистики доходы 10% самых богатых россиян превышают доходы 10% самых бедных в 15-16 раз. При этом не учитываются “теневые” доходы граждан. Тогда, вероятно, данный показатель окажется ещё выше.

Данное исследование продиктовано необходимостью разработки новой, социально-ориентированной системы тарифов. К сожалению, социальный аспект перехода к рыночным механизмам в электроэнергетике не привлек должного внимания экономистов. Труды немногих авторов посвящены методам формирования тарифов на электроэнергию. Среди них следует отметить работы Богачковой Л.Ю. [1], Забелло Е. П. [3], Зайцевой Ю.В. [5], Орлова В. С. [6], Шагова А. В. [7], Brown S. [9].

Модель “тарифного меню” для населения как механизм согласования интересов участников рынка и реализации социальной ответственности предложена в работе [1]. Конкретизация этого тарифа с учетом статистических данных о спросе на электроэнергию со стороны населения Волгоградской области получена в работе [4]. Несмотря на преимущество этой модели, состоящее в возможности согласования интересов всех участников рынка, её применение на практике затруднено в связи с неопределенностью методики определения тарифных ставок, которые подбирались, по сути, эвристически.

В работе [8] описана модель блочного тарифа, целью построения которого является социальная защита наименее обеспеченных групп населения. Такой тариф перекладывает нагрузку по оплате электроэнергии на группу населения с высоким уровнем электропотребления. Предполагается, что данная категория населения имеет более высокий уровень доходов. Первая ставка тарифа за объем потребления, равный социальной норме, низкая. Вторая ставка выбирается из условия самоокупаемости энергокомпании. Дальнейшее развитие и анализ разработанная модель получила в настоящей статье, которая посвящена моделированию социальной ставки тарифа на электроэнергию.

Предполагается, что спрос потребителя на электроэнергию зависит от цены, дохода и, возможно, ряда других факторов. Для построения двухставочного тарифа существенны только факторы цены и дохода, поэтому для функции спроса будем использовать обозначение $Q=Q(P, I)$. Пусть минимальный среднедушевой доход составляет I^{min} , тогда $Q=Q(P, I^{min})$ – функция спроса потребителей с минимальным среднедушевым доходом. Будем считать, что значение социальной нормы потребления Q_{soc} задано. Тогда определим социальный тариф как $P_{soc}=P(Q_{soc}, I^{min})$, где $P(Q, I^{min})$ – обратная функция спроса для потребителя с минимальным доходом. Обозначим вторую ставку тарифа через $P_1 > P_{soc}$. Эту ставку будем выбирать из условия безубыточности энергокомпании. Самые низкодходные потребители останутся на уровне потребления Q_{soc} . Это потребители с доходом ниже, чем предельный доход I^{pred} . Значение I^{pred} определяется как корень уравнения $Q_{soc}=Q(P_1, I^{pred})$. Потребители с доходом $I > I^{pred}$ будут покупать электроэнергию в количестве больше Q_{soc} , остальные – только Q_{soc} .

Предположим, что предельные издержки энергокомпании составляют c рублей, а постоянные издержки – FC рублей (в расчете на одного потребителя).

Доход потребителей будем рассматривать как случайную величину с известной функцией распределения $F(x)$ и плотностью распределения $f(x)$.

Приравняв средний излишек энергокомпании к постоянным издержкам, получим условие нулевой прибыли:

$$Q_{soc}(P_{soc} - mc) + (P_1 - mc) \int_{I^{pred}}^{\infty} (Q(P_1, I) - Q_{soc}) \cdot f_{\xi}(I) dI = FC.$$

Найдем P_1 и I^{pred} , решив систему уравнений:

$$\begin{cases} Q(P_1, I^{pred}) = Q_{soc}, \\ Q_{soc}(P_{soc} - mc) + (P_1 - mc) \int_{I^{pred}}^{\infty} (Q(P_1, I) - Q_{soc}) \cdot f_{\xi}(I) dI = FC. \end{cases}$$

В работе [8] были изучены спрос на электроэнергию со стороны населения, издержки энергокомпании, построена функция плотности распределения населения по доходам.

Все расчеты были проведены на основе статистических данных г. Волгограда и Волгоградской области [10, 11, 12].

Для расчета ставок блочного тарифа на электроэнергию с социальной нормой потребления необходимо изначально определить размер данной нормы. По данным о потреблении электроэнергии домохозяйствами г. Волгограда и Волгоградской области был построен график распределения доли домохозяйств в зависимости от количества потребляемой электроэнергии (рис. 1).

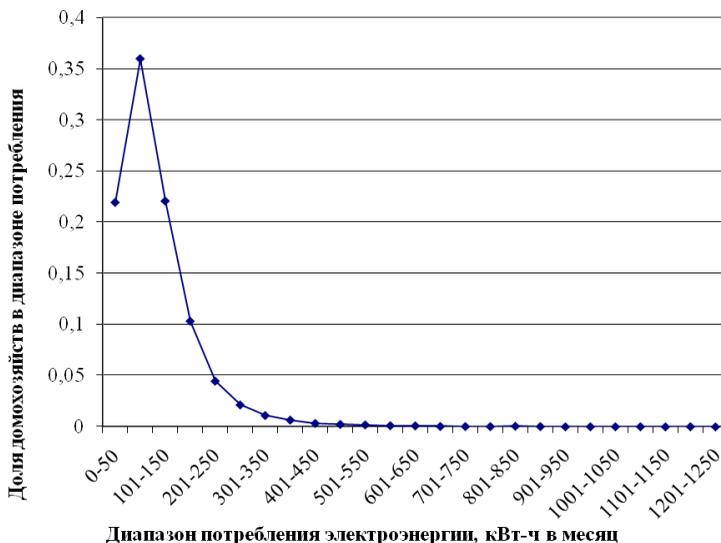


Рис. 1. Распределение доли домохозяйств в зависимости от количества потребляемой электроэнергии

Анализ данного графика показывает, что ежемесячное потребление электроэнергии наибольшей доли домохозяйств приходится на диапазон потребления 101-150 кВт-ч.

Домохозяйство — это экономическая единица в составе одного или нескольких лиц. Распределение численности домохозяйств в Волгоградской области по данным переписи населения 2002 г. представлено в таблице 2. Т.к. большинство домохозяйств состоит из двух-трех человек, то для расчетов примем значение социальной нормы потребления электроэнергии в размере $Q_{soc}=40$ кВт-ч в расчете на одного потребителя.

Таблица 2. Распределение жилых помещений по числу проживающих:

Состав одного домохозяйства	
количество человек	%
1 человек	19,09
2 человека	29,06

3 человека	24,28
4 человека	18,23
5-ти и более человек	9,34

Т.к. большинство домохозяйств состоит из двух-трех человек, то для расчетов примем значение социальной нормы потребления электроэнергии в размере $Q_{soc}=40$ кВт-ч в расчете на одного потребителя.

При моделировании данного двухставочного тарифа социальная цена определяется из условия: $P_{soc}=P(Q_{soc}, I^{min})$, где I^{min} — минимальное значение дохода потребителей. В этом случае все потребители приобретут по крайней мере Q_{soc} кВт-ч электроэнергии. Необходимо отметить, что размер социального тарифа на электроэнергию в процессе моделирования должен быть меньше установленного в регионе одноставочного тарифа. В 2010 г. на территории г. Волгограда и Волгоградской области был установлен одноставочный тариф в размере 2,3 руб./кВт-ч.

Для вычисления неизвестных параметров P_1 и I^{pred} была написана программа на Lazarus.¹ Активное окно программы для вычисления значений предельного дохода и экономически обоснованной цены представлено на рис. 2.

¹ Lazarus - свободная среда разработки программного обеспечения для компилятора Free Pascal Compiler. Интегрированная среда разработки предоставляет возможность кроссплатформенной разработки приложений в Delphi-подобном окружении.

Рубрика Сборника (окончательно выбирается редактором)

Введите значения:

Социальная норма, кВт-ч	<input type="text"/>
Минимальный доход потребителя, руб. в месяц	<input type="text"/>
<input type="button" value="Вычислить"/>	
Предельный доход, руб. в месяц	<input type="text"/>
Социальный тариф, руб./кВт-ч	<input type="text"/>
Экономически обоснованный тариф, руб./кВт-ч	<input type="text"/>
Доля потребителей, приобретающих меньше социальной нормы	<input type="text"/>
Излишек потребителя при одноставочном тарифе	<input type="text"/>
Излишек потребителя при двухставочном тарифе	<input type="text"/>

Рис. 2. Активное окно программы для вычисления значений предельного дохода и экономически обоснованной цены

Входными параметрами явились социальная норма потребления Q_{soc} (кВт-ч) и минимальный доход потребителя I^{min} (руб. в месяц), которые задаются пользователем в активном окне программы.

Выходными параметрами программы являются значение предельного дохода I^{pred} , значение социального тарифа P_{soc} , экономически-обоснованная цена на электроэнергию P_1 , доля потребителей, которые останутся на уровне потребления Q_{soc} и значения потребительского излишка при одноставочном и двухставочном тарифах.

В качестве значения минимального дохода в расчете на душу населения примем величину прожиточного минимума. В соответствии с постановлением Администрации Волгоградской

области № 146-п величина прожиточного минимума по Волгоградской области с 05.05.10 г. составляет 5 185 рублей.

Результатом выполнения программы с заданными параметрами $Q_{soc}=40$ кВт-ч и $I^{min}=5\ 185$ руб. является следующий двухставочный тариф на электроэнергию:

$$\begin{cases} P_{soc} = 0,74 & \text{за первые } Q \leq 40 \text{ кВт-ч,} \\ P_1 = 7,84 & \text{за остальные } Q > 40 \text{ кВт-ч.} \end{cases}$$

При этом значение предельного дохода $I^{pred}=7\ 503,06$ руб. в месяц.

Определим процент потребителей, которые остановятся на уровне потребления Q_{soc} кВт-ч. Для этого необходимо найти

$$F(I^{pred}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot 0,15} \cdot \int_0^{\ln(I^{pred})} \exp\left(-\frac{(t-9,46)^2}{0,043}\right) dt.$$

Подставляя найденное значение предельного дохода $I^{pred}=7\ 503,06$ руб. в формулу получим $F(7\ 503,06)=0,0014$. Таким образом, 0,14% потребителей электроэнергии остановятся на уровне потребления в 40 кВт-ч, остальные будут приобретать большее количество электроэнергии.

Определим, также выигрыш в потребительском излишке при переходе от одноставочного тарифа P_{odn} к социально-ориентированному двухставочному тарифу (P_{soc}, P_1) .

Излишек потребителя со значением дохода I при одноставочном тарифе P_{odn} представляет собой площадь заштрихованного треугольника, изображенного на рис. 3.

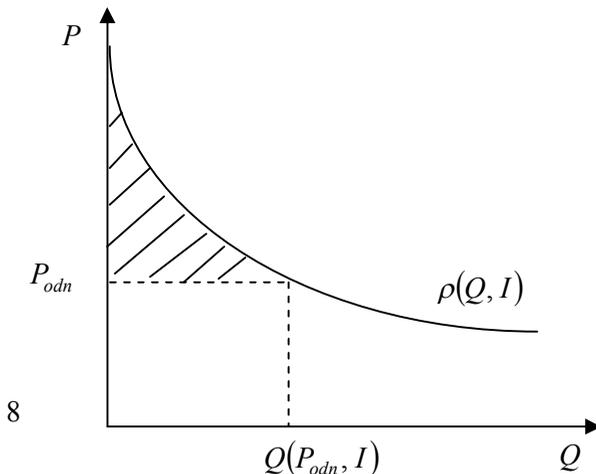


Рис. 3. Излишек потребителя со значением дохода I при одноставочном тарифе P_{odn}

Средний потребительский излишек при одноставочном тарифе P_{odn} вычисляется по формуле:

$$S(P_{odn}) = \int_0^{\infty} \left(\int_0^{Q(P_{odn}, I)} (\rho(Q, I) - P_{odn}) dQ \right) \cdot f(I) dI.$$

При действующем в 2010 году тарифе на электроэнергию на территории г. Волгограда и Волгоградской области $P_{odn}=2,30$ руб./кВт-час средний потребительский излишек составляет: $S(P_{odn})=2\,276,36$.

Излишек для потребителя с доходом $I \leq I^{pred}$ рассчитывается как

$$S^I(I, P_{soc}) = \int_0^{Q_{soc}} (\rho(Q, I) - P_{soc}) dQ.$$

Излишек для потребителя с доходом $I > I^{pred}$ рассчитывается как

$$S^{II}(I, P_{soc}, P_1) = \int_0^{Q_{soc}} (\rho(Q, I) - P_{soc}) dQ + \int_{Q_{soc}}^{Q(P_1, I)} (\rho(Q, I) - P_1) dQ.$$

Излишек потребителя со значением дохода I при применении социально-ориентированной модели двухставочного тарифа (P_{soc}, P_1) представляет собой площадь заштрихованной фигуры, изображенной на рис. 4.

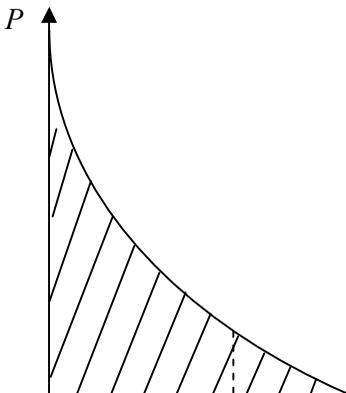


Рис. 4. Излишек потребителя со значением дохода I при социально-ориентированном двухставочном тарифе (P_{soc}, P_1)

Средний потребительский излишек покупателя при применении двухставочного тарифа (P_{soc}, P_1) рассчитывается по формуле:

$$S(P_{soc}, P_1) = \int_{I^{min}}^{I^{pred}} S^I(I, P_{soc}) \cdot f(I) dI + \int_{I^{pred}}^{\infty} S^{II}(I, P_{soc}, P_1) \cdot f(I) dI .$$

Подставляя известные значение социального тарифа $P_{soc}=0,74$ руб./кВт-ч, социальной нормы потребления $Q_{soc}=40$ кВт-ч, предельного дохода $I^{pred}=7\,503,06$ руб. и экономически-обоснованной цены $P_1=7,84$ руб./кВт-ч, получим следующее значение среднего потребительского излишка при двухставочном тарифе (P_{soc}, P_1): $S(P_{soc}, P_1)=2\,305,31$.

Пусть S – выигрыш в среднем потребительском излишке при переходе от одноставочного к двухставочному тарифу: $S=S(P_{soc}, P_1) - S(P_{odn})$. Тогда при $S(P_{odn})=2\,276,36$ и $S(P_{soc}, P_1)=2\,305,31$ выигрыш в среднем потребительском излишке при переходе от одноставочного тарифа к двухставочному составит $S=2\,305,31-2\,276,36=28,95$.

В таблице 3 представлены результаты моделирования социального тарифа P_{soc} , экономически-обоснованной цены на электроэнергию P_1 , предельного дохода I^{pred} и выигрыша в среднем потребительском излишке при различных начальных значениях социальной нормы потребления Q_{soc} .

Таблица 3. Результаты расчета блочного тарифа и выигрыша в среднем потребительском излишке при применении различных значений социальной нормы потребления¹

Q_{soc} , кВт-ч	I^{min} , руб. в месяц	P_{soc} , руб./кВт-ч	P_1 , руб./кВт-ч	I^{pred} , руб.	S, руб.
37	5 185	2,03	2,63	5367,7	51,08
38	5 185	1,43	4,23	6123,6	45,27
39	5 185	1,02	6,02	6832,4	36,54
40	5 185	0,74	7,84	7503,1	29,12
41	5 185	0,53	10,13	8220,0	18,24
42	5 185	0,39	13,49	9034,9	2,54

Таким образом, результаты таблицы отражают, что чем выше значение социальной нормы потребления, тем ниже социальный тариф и тем ниже значение среднего излишка потребителя при переходе от одноставочного тарифа к двухставочному.

Регулирующие органы, используя данную методику формирования тарифов на электроэнергию для бытовых потребителей, могут утверждать ставки двухставочного тарифа для населения, основываясь, например, на изменении значения выигрыша в потребительском излишке. С учетом данного показателя наиболее предпочтительным является следующий тариф для населения: потребитель оплачивает социальную цену $P_{soc}=2,03$ руб./кВт-ч за первые $Q_{soc}=37$ кВт-ч потребленной электроэнергии

¹ При расчетах полагалось, что $Q_{i-1} = 60$ кВт-ч

гии, а за остальные, потребленные сверх этой нормы киловатт-часы, цена составит $P_1=2,63$ руб./кВт-ч.

Итак, определение социальной цены, социальной нормы и экономически обоснованного тарифа должно опираться на исследование спроса потребителей и издержек поставщиков электроэнергии. Предлагаемая модель позволяет сформировать тарифную систему таким образом, чтобы защитить низкодоходную категорию потребителей электроэнергии от резкого повышения цены на электроэнергию в процессе доведения тарифов до экономически обоснованного уровня. Наряду с этим данная модель обеспечивает безубыточность поставщиков электроэнергии. Внедрение предлагаемой модели двухставочного тарифа позволит повысить финансовую устойчивость и инвестиционную привлекательность энергокомпаний, а также будет способствовать постепенной ликвидации перекрестного субсидирования населения промышленными потребителями в процессе реформирования электроэнергетики.

Литература

1. БОГАЧКОВА Л.Ю. *О развитии системы цен в электроэнергетике: моделирование тарифного меню для населения / Л.Ю. Богачкова, Ю.В. Зайцева // Управление большими системами: Сборник трудов / Общая редакция — д.т.н., проф. Д.А. Новиков. — М.: ИПУ РАН, 2006. — Вып. 12-13. — С. 32-45.*
2. БОГАЧКОВА Л.Ю. *Совершенствование управления отраслями российской энергетики: теоретические предпосылки, практика, моделирование: Монография. — Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2007. — 427 с.*
3. ЗАБЕЛЛО Е. П. *О тарифной политике в электроэнергетике на современном этапе и на ближайшую перспективу // Промышленная энергетика, 2005, № 11, с. 2–6.*
4. ЗАЙЦЕВА Е.Е. *Моделирование ценового механизма согласования интересов субъектов розничного рынка электроэнергии. Научно-технические ведомости СПбГПУ №4 2007,*

- Экономические науки. Санкт - Петербург. Изд-во Политехнического университета.
5. ЗАЙЦЕВА Ю. В. *Математические модели ценообразования в естественной монополии [Текст] : [монография]*; ВолГУ. - Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 117с.
 6. ОРЛОВ В. С., ПАПКОВ Б. В., ЕРШОВ Е. П., КОПАЛОВ Л. Н. *Анализ электропотребления и тарифов для бытовых потребителей // Промышленная энергетика. – 1997. – №6. – С. 8–10.*
 7. ШАГОВ А. В., КОЛБИН В. В. *О некоторых подходах к управлению тарифной политикой в топливно-энергетическом комплексе региона // Экономика и математические методы, 41:1 (2005), С. 54–64*
 8. ЭЙСФЕЛЬД А. А. *Моделирование двухставочного тарифа на электроэнергию с учетом социальной нормы потребления на примере населения г. Волгограда / Управление большими системами. Выпуск 28. М.: ИПУ РАН, 2010. С.197-210.*
 9. BROWN S., SIBLEY D. *The theory of public utility pricing. Ch. 3, 4, 5. - Cambridge University Press, 1986. – P. 26-129.*
 10. <http://www.energосale34.ru> – официальный сайт ОАО “Волгоградэнергообит” (дата обращения 15.10.2010).
 11. <http://www.volgastat.ru> - официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (дата обращения 01.10.2010).
 12. <http://www.gks.ru> - официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (дата обращения 12.10.2010).

MODELLING OF THE SOCIAL RATE AT CALCULATION OF THE BLOCK TARIFF FOR THE ELECTRIC POWER FOR HOUSEHOLD CONSUMERS (ON THE EXAMPLE OF VOLGOGRAD)

Anastasia Eisfeld, Volgograd State University, assistant (ae-isfeld@yandex.ru).

Abstract: Article is devoted modeling of the social rate in model of the block tariff for the electric power for the population. The mechanism of calculation of the given tariff on the basis of statistical given Volgograd and the Volgograd region is resulted. Numerical researches of properties of the given tariff are conducted.

Keywords: two-rate tariff, tariffs for the electric power, modeling of tariffs, social norm of consumption, household consumers.