

УДК 332.145
ББК 65в6

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

Эйфельд А. А.¹

(Волгоградский государственный университет, Волгоград)

Статья посвящена моделированию социально-ориентированного 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 значений коэффициента фондов, который характеризует степень расслоения общества и показывает отношение среднего уровня доходов 10% самых богатых граждан к среднему уровню доходов 10% самых бедных. Чем выше данный показатель, тем

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

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 [12].

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. Среди авторов, работы которых посвящены методам формирования тарифов на электроэнергию, 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 кате-

гория 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.

Предполагается, что спрос потребителя на электроэнергию зависит от цены (P), дохода (I) 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 первую социальную ставку как $P_{soc} = P(Q_{soc}, I^{min})$, где $P(Q, I^{min})$ – обратная функция спроса для потребителя с минимальным доходом. В этом случае все потребители приобретут электроэнергию в объеме не меньше социальной нормы Q_{soc} . Обозначим вторую ставку тарифа через $P_1 > P_{soc}$. Эту ставку будем выбирать из условия безубыточности энергокомпании. Самые низкодоходные потребители остановятся 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 электроэнергии в количестве больше Q_{soc} , остальные – только Q_{soc} .

Графическое изображение двухставочного тарифа с социальной нормой потребления, предложенного потребителю, представлено на рис. 1.

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 $f(x)$.

Излишек производителя, полученный энергокомпанией при обслуживании «бедного» потребителя со значением дохода $I \leq I^{pred}$, равен

$$\Pi(P_{soc}, P_1, I) = (P_{soc} - mc) Q_{soc}.$$

Излишек, полученный при обслуживании «богатого» потребителя со значением дохода $I > I^{pred}$, равен

$$\Pi(P_{soc}, P_1, I) = (P_{soc} - mc) Q_{soc} + (P_1 - mc) (Q(P_1, I) - Q_{soc}).$$

Средний излишек производителя при двухставочном тарифе (P_{soc}, P_1) составит величину

$$\Pi(P_{soc}, P_1) = \int_{I^{min}}^{\infty} \Pi(P_{soc}, P_1, I) f(I) dI.$$

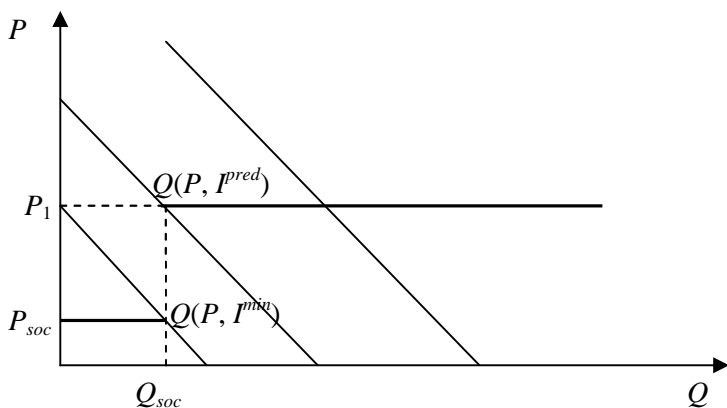


Рис. 1. Двухставочный тариф с социальной нормой потребления

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

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

Найдем вторую ставку тарифа P_1 и предельный доход I^{pred} , решив систему уравнений:

$$(1) \begin{cases} Q(P_1, I^{pred}) = Q_{soc}, \\ Q_{soc} (P_{soc} - mc) + (P_1 - mc) \int_{I^{pred}}^{\infty} (Q(P_1, I) - Q_{soc}) \cdot f(I) dI = FC. \end{cases}$$

Для решения системы (1) была написана программа в среде Lazarus¹. 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.

Активное окно программы представлено на рис. 2.

Введите значения:

Социальная норма, кВт-ч

Минимальный доход потребителя, руб. в месяц

Предельный доход, руб. в месяц

Социальная ставка, руб./кВт-ч

Экономически обоснованная ставка, руб./кВт-ч

Доля потребителей, приобретающих только социальную норму

Излишек потребителя при одноставочном тарифе

Излишек потребителя при двухставочном тарифе

Рис. 2. Активное окно программы для вычисления значений предельного дохода и двухставочного тарифа

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 5185 рублей.

Выходными параметрами являются две ставки тарифа. Первая – низкая социальная – определяется как $P_{soc} = P(Q_{soc}, I^{min})$,

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

т.е. значение обратной функции спроса для потребителя с минимальным доходом. Вторая – высокая P_1 как решение системы (1). Также в программе вычисляется значение предельного дохода I^{pred} , доля потребителей, потребляющих электроэнергию в пределах социальной нормы, и излишки потребителей при традиционном одноставочном тарифе и предлагаемом двухставочном.

Для построения модели спроса на электроэнергию в исследовании были использованы помесячные статистические данные о полезном отпуске электроэнергии населению (Q), цене на электроэнергию (P), а также доходах потребителя (I) за период с января 2008 г. по июнь 2010 г. для г. Волгограда и Волгоградской области [10, 11, 12]. В пакете *Statistica* с помощью МНК были получены параметры регрессионного уравнения степенной множественной регрессии спроса на электроэнергию бытового потребителя в зависимости от цены, личного располагаемого дохода и потребления электроэнергии в предыдущий период времени:

$$Q = (P)^{-0,08} (I)^{0,49} (Q_{t-1})^{0,62} e^{-3,05}.$$

Для моделирования функции издержек энергокомпании были использованы поквартальные статистические данные о фактических объемах полезного отпуска электроэнергии населению гарантирующим поставщикам г. Волгограда ОАО «Волгоградэнергообеспечение» и валовых издержках за период с января 2008 г. по июнь 2010 г. В результате вычислений в пакете *Statistica* получается функция издержек следующего вида:

$$C = 0,23 \cdot Q + 110,40.$$

Значит, увеличение объема выпуска электроэнергии на 1 кВт·ч в краткосрочном периоде обойдется компании в 23 коп. Кроме того, независимо от объема выпуска компания тратит на поддержание мощностей в рабочем состоянии в расчете на одного человека 110,4 руб. в месяц.

Предполагалось, что среднедушевой доход имеет логнормальное распределение, параметры которого оценивались на основе статистических данных за 2010 г. Была получена оценка плотности распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot p \cdot 0,15 \cdot x}} \cdot \exp\left(-\frac{(\ln x - 9,46)^2}{0,043}\right), \quad x > 0.$$

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. 3).

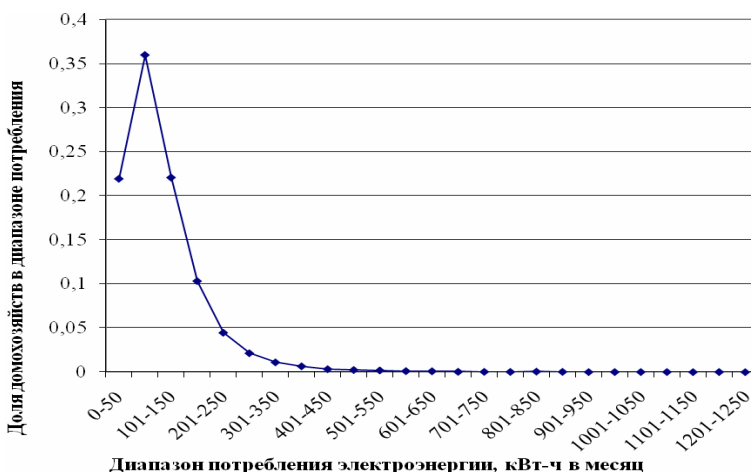


Рис. 3. Распределение доли домохозяйств в зависимости от количества потребляемой электроэнергии

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.

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 и более человек	9,34

Так как 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.

Результатом выполнения программы с заданными параметрами $Q_{soc} = 40$ кВт-ч и $I^{min} = 5185$ 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 $I^{pred} = 7503,06$ руб. в месяц. Используя оценку плотности распределения по доходам, определим процент потребителей с доходом ниже предельного – 0,14%. Таким образом, 0,14% потребителей электроэнергии останутся на уровне потребления в 40 кВт-ч, остальные будут приобретать большее количество электроэнергии.

Расходы потребителя при данном двухставочном тарифе вычисляются по формуле:

$$R(Q) = \begin{cases} 0,74 \cdot Q, & \text{если } Q \leq 40; \\ 0,74 \cdot 40 + 7,84 \cdot (Q - 40), & \text{если } Q > 40. \end{cases}$$

Например, если потребитель приобретет в месяц только 40 кВт-ч электроэнергии, то его расходы составят 29,6 рубля. Заметим, что при действующем в настоящий момент в Волгоградской области одноставочном тарифе 2,53 рубля за кВт-ч, расходы этого потребителя составляют 101,2 рубля. Таким образом, переход к предложенному двухставочному тарифу

уменьшает расходы данного потребителя на 71,6 рубля. Причем это уменьшение в расходах произойдет не за счет государственного бюджета, а за счет «богатых» потребителей. Например, потребитель, приобретающий 80 кВт-ч электроэнергии, заплатит за них по двухставочному тарифу 343,2 рубля. При действующем одноставочном тарифе 2,53 рубля за кВт-ч расходы этого потребителя составляют 202,4 рубля. Таким образом, расходы «богатого» потребителя увеличились на 140,8 рубля.

В программе рассчитываются также излишки потребителей при предложенном двухставочном тарифе (P_{soc}, P_1) и одноставочном тарифе P_{odn} , действующем в настоящий момент для населения г. Волгограда. Потребительский излишек – это разница между тем максимумом, который потребитель готов заплатить за каждый киловатт-час электроэнергии, и ценой этого киловатт-часа в соответствии с тарифом.

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

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

Излишек потребителя со значением дохода I при одноставочном тарифе P_{odn} представляет собой площадь заштрихованного треугольника, изображенного на рис. 4.

При действующем в 2010 г. тарифе на электроэнергию на территории г. Волгограда и Волгоградской области $P_{odn} = 2,30$ руб./кВт-час средний потребительский излишек составляет $S(P_{odn}) = 2276,36$.

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

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

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

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

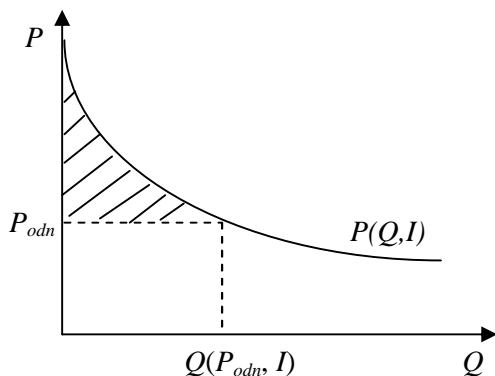


Рис. 4. Излишек потребителя со значением дохода I при одноставочном тарифе P_{odn}

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. 5.

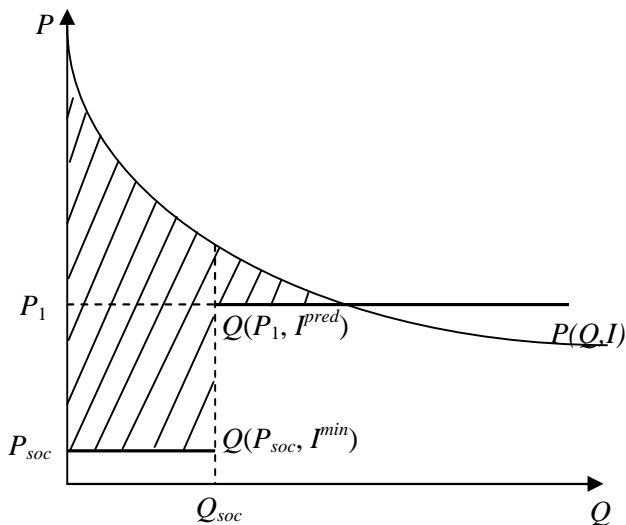


Рис. 5. Излишек потребителя со значением дохода I при социально-ориентированном двухставочном тарифе (P_{soc}, P_1)

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 $I^{pred} = 7503,06$ 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): $S(P_{soc}, P_1) = 2305,31$.

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 $S(P_{odn}) = 2276,36$ и $S(P_{soc}, P_1) = 2305,31$ выигрыш в среднем потребительском излишке при переходе от одноставочного тарифа к двухставочному составит $S = 2305,31 - 2276,36 = 28,95$.

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} .

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

Для получения льгот на оплату жилищно-коммунальных услуг в настоящий момент малоимущие граждане должны каждые полгода предоставлять в органы социальной защиты ряд документов, в частности, справки о доходах каждого члена

семьи. Органы социальной защиты работают с предоставленными документами, работа оплачивается за счет государственного бюджета. Предложенный двухставочный тариф полностью упраздняет работу органов социальной защиты, связанную с назначением субсидий на оплату электроэнергии. Потребители сами дифференцируют себя на «богатых» и «бедных», регулируя уровень электропотребления.

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

Q_{soc} , кВт-ч	P_{soc} , руб./кВт-ч	P_1 , руб./кВт-ч	предельный доход I^{pred} , руб.	процент населения с доходом ниже I^{pred}	S , руб.
36	2,54	1,08	5182,6	0,00	43,23
37	2,03	2,63	5367,7	0,00	51,08
38	1,43	4,23	6123,6	0,00	45,27
39	1,02	6,02	6832,4	0,01	36,54
40	0,74	7,84	7503,1	0,14	29,12
41	0,53	10,13	8220,0	0,98	18,24
42	0,39	13,49	9034,9	4,73	2,54

Следует подчеркнуть, что предлагаемая модель тарифа не перекладывает бремя перекрестного субсидирования малообеспеченных слоев населения на более богатые слои населения, поскольку каждый потребитель самостоятельно выбирает тот объем электроэнергии, который он будет потреблять. Обеспеченные потребители также имеют возможность получить часть электроэнергии по дешевому (социальному) тарифу. Их никто не заставляет потреблять больше – это их выбор.

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

Предлагаемая модель позволяет сформировать тарифную систему таким образом, чтобы защитить низкодходную 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., ЗАЙЦЕВА Ю.В. *О развитии системы цен в электроэнергетике: моделирование тарифного меню для населения* // Управление большими системами. – 2006. – Вып. 12-13. – С. 32–45.
2. БОГАЧКОВА Л.Ю. *Совершенствование управления отраслями российской энергетики: теоретические предпосылки, практика, моделирование.* – 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. Экономические науки. – 2007. – №4. – С. 231–233.
5. ЗАЙЦЕВА Ю.В. *Математические модели ценообразования в естественной монополии.* – ВолГУ. - Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 117 с.
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.* – 2005. – № 41:1. – 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.* – 2010. – Вып. 28. – 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.energosal34.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).

ABOUT ONE APPROACH TO WORKING OUT SOCIALLY FOCUSED DOMESTIC ELECTRICITY RATES

Anastasia Eisfeld, Volgograd State University, assistant (aeisfeld@yandex.ru).

Abstract: The article is devoted to modeling socially-focused blocked domestic electricity rate scales. The blocked rate is calculated on the basis of Volgograd and the Volgograd region statistics. Properties of the proposed tariff scheme are numerically analyzed.

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

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии А.А. Ворониным