



ПРОИЗВОДСТВО, ЛЕГАЛЬНОЕ И НЕЛЕГАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Ф. Т. Алескеров^{(1), (2)}, Б. М. Шит⁽³⁾

⁽¹⁾ Высшая школа экономики, г. Москва;

⁽²⁾ Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, г. Москва;

⁽³⁾ Институт энергетики Академии наук Республики Молдова, г. Кишинев

Предложен подход к анализу поведения энергетической отрасли в разные периоды развития экономики. Исследована взаимосвязь производства электроэнергии, ее потребления и развития экономики в целом с учетом коммерческих потерь.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема уменьшения потерь электроэнергии весьма актуальна [1–11]. В электроэнергетике она решается путем технико-экономической оптимизации функции затрат с учетом основных влияющих факторов. Потери электрической энергии можно классифицировать следующим образом:

- некоммерческие потери в электрических сетях;
- коммерческие потери в электрических сетях;
- потери из-за неэффективного использования электрической энергии в экономике.

К некоммерческим потерям относятся неизбежные технические потери в линиях электропередач, а также расход электроэнергии на собственные нужды источников электроэнергии. Однако последний нередко не выделяется производителями отдельно, а учитывается как одна из составляющих технических потерь, что связано с особенностями правил составления баланса электроэнергии.

В коммерческие потери входят [3]:

- составляющая, обусловленная различными видами хищений электроэнергии;
- недоучет электроэнергии, обусловленный несовершенством методик и систем автоматизированного учета, а также погрешностями измерительных приборов;
- неоплата за потребленную энергию;
- ошибки при выставлении счетов.

Структура коммерческих потерь зависит, в основном, от [3]:

- погрешностей системы учета электроэнергии (как с технической, так и с организационной стороны);
- неодновременности снятия показаний счетчика электроэнергии, поступившей в сеть и отпущенной многочисленным потребителям;
- способа формирования “полезного отпуска” электроэнергии;
- всех видов неучтенной электроэнергии, в том числе и непосредственных ее хищений потребителями.

Практически во всех странах с развивающейся экономикой наблюдается значительный объем потерь электроэнергии, в том числе и их коммерческой составляющей. Например, на Украине в 2003 г. потеряно 31,898 млрд. кВт·ч, или 19,57 % транспортируемой электроэнергии, из них 14,16 % (23,076 млрд. кВт·ч) составляют технические потери, 5,41 % (8,821 млрд. кВт·ч) — коммерческие [12]. В Турции общие (коммерческие и некоммерческие) потери электроэнергии в 1998 г. составили 19,5 % от объема произведенной электроэнергии, к 2000 г. объем потерь увеличился до 26,3 % [13], в Индии в 2002–2003 гг. общие потери электроэнергии составили 40,93 %, прогноз потерь на 2004–2005 годы составляет 37,23 % [14], в Пакистане потери в 2002–2003 гг. составили 40,78–41,1 % [15]. Подобная ситуация характерна и для других стран с переходной экономикой. При этом данный уровень потерь значительно превышает средний

уровень потерь в странах с развитой экономикой. Уровень фактических потерь большинства энергокомпаний развитых стран Европы и Америки колеблется от 8 до 12 % (в США) и от 4 до 6 % (в территориально небольших западноевропейских странах) [12].

В Российской Федерации растут абсолютные и относительные потери электроэнергии при одновременном уменьшении отпуска в сеть. Так, с 1994 по 1998 г. относительные потери электроэнергии в сетях АО-энерго России увеличились с 8,74 до 10,81 %. В электрических сетях России в целом относительные потери выросли с 10,09 до 12,22 % [6].

Например, ОАО «Татэнерго» в 2002 г. только в распределительных сетях напряжением 10—0,4 кВ потеряло около 305 млн. кВт·ч. электроэнергии на 150 млн. руб. В некоторых энергосистемах относительные потери достигли 15—20 %, а в отдельных распределительных сетях — 30—50 % [16]. В Астраханьэнерго, Вологдаэнерго, Тверьэнерго, Курганэнерго, Читаэнерго, Амурэнерго и Хабаровскэнерго потери в 2002 г. составляли от 7,81 (Вологдаэнерго) до 23,63 % (Хабаровскэнерго) [17]. Причиной названы несанкционированные подключения, что особенно характерно для сельской местности, частного сектора городов, а также малых и средних предприятий. В итоге потери от хищений энергии составили 30 % от общего уровня ее потерь [18].

В некоторых работах (см., например, [19]) утверждается, что часть из перечисленных составляющих коммерческих потерь (например, хищения электроэнергии) не поддается формализации и количественному определению. В связи с этим возникает задача анализа поведения энергетической отрасли в разные периоды развития экономики, производства электроэнергии, ее потребления, развития экономики в целом с учетом коммерческих потерь. Одному из возможных решений этой задачи посвящена данная статья.

1. ОПИСАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В предлагаемой модели рассматривается взаимосвязь между процессами, происходящими в экономике и энергетике, с учетом коммерческой составляющей потерь электроэнергии. В модель включены следующие показатели, характеризующие энергетику: объем легального потребления электроэнергии, объем нелегального потребления электроэнергии, объем производства электроэнергии и показатель, характеризующий состояние экономики, — внутренний валовой продукт (ВВП). Объем производства электроэнергии представляет собой сумму объемов произведенной и импорти-

руемой электроэнергии, легальное потребление электроэнергии включает в себя сумму экспортированной и потребленной энергий за вычетом общей суммы потерь. Данные о нелегальном потреблении электроэнергии ни в одном официальном источнике не выделяются в отдельную графу. Поэтому коммерческие потери вычислялись как линейная комбинация потерь в сетях, расхода на производственные нужды энергосистем и расхода на собственные нужды электростанций, взятых с некоторыми весовыми коэффициентами.

Для возможности совместного оперирования всеми перечисленными величинами, имеющими различную природу, они рассматриваются в относительных единицах, т. е. рассматриваются значения каждой величины по отношению к ее значению в каком-либо определенном году, который полагается базовым.

Предполагается, что скорость роста мощностей по производству электроэнергии пропорциональна росту ВВП¹: $\dot{S}^p = \alpha_{11} \dot{Y}$, где α_{11} — некоторый коэффициент.

Интегрируя данное уравнение, получаем:

$$S^p = \beta_{10} + \alpha_{11} Y, \quad (1)$$

где $\beta_{10} = \text{const}$.

Рост объема легального потребления зависит от состояния экономики (значения ВВП Y), а также от текущего объема легальной C^l и нелегальной C^{il} составляющих потребления электроэнергии. В свою очередь, изменение объема нелегального потребления электроэнергии также зависит от текущих значений ВВП, объемов легального и нелегального потребления электроэнергии. Исходя из этого, получаем следующие уравнения, связывающие производство и потребление электроэнергии:

$$\begin{cases} \dot{C}^l = a_{20} + a_{21} S^p + a_{22} C^l + a_{23} C^{il} \\ \dot{C}^{il} = a_{30} + a_{31} S^p + a_{32} C^l + a_{33} C^{il}, \end{cases} \quad (2)$$

где a_{ij} — коэффициенты.

Подставив уравнение (1) в систему уравнений (2) и переобозначив коэффициенты, получим:

$$\begin{cases} \dot{C}^l = b_{20} + b_{21} C^p + b_{22} C^{il} + b_{23} Y^{il} \\ \dot{C}^{il} = b_{30} + b_{31} C^p + b_{32} C^{il} + b_{33} Y^{il}, \end{cases} \quad (3)$$

¹ Детальное исследование этого вопроса только для легального потребления см. в работах [20, 21].



Решение системы уравнений (3) относительно объема легального потребления C^l приводит к уравнению:

$$\ddot{C}^l + a_{11}\dot{C}^l + a_{12}C^l = a_{13}Y + a_{14}\dot{Y} + a_{15}, \quad (4)$$

где $a_{11} = -(b_{21} + b_{32})$; $a_{12} = b_{32}b_{21} - b_{22}b_{31}$; $a_{13} = b_{22}b_{33} - b_{32}b_{23}$; $a_{14} = b_{23}$; $a_{15} = b_{22}b_{30} - b_{32}b_{20}$.

Мы рассматриваем отдельно случаи роста и спада экономики. Имеющиеся данные позволяют аппроксимировать зависимость ВВП от времени линейной функцией

$$Y = \alpha + \beta t. \quad (5)$$

Подставляя выражение (5) в уравнение (4), получаем:

$$\ddot{C}^l + a_{11}\dot{C}^l + a_{12}C^l = (a_{13}\alpha + a_{14}\beta + a_{15}) + a_{13}\beta t. \quad (6)$$

Решение уравнения (6) описывает поведение объема легального потребления электроэнергии в динамике с учетом нелегальной составляющей потерь.

2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ПАРАМЕТРАХ НЕЛЕГАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Для оценки влияния нелегального потребления электроэнергии на ее производство и объем легального потребления мы провели параметрический анализ системы уравнений (3) относительно коэффициентов b_{22} и b_{32} , отражающих влияние нелегального потребления электроэнергии на дальнейший рост ее производства и потребления.

Для устойчивости решения системы уравнений (3) необходимо и достаточно, чтобы коэффициенты a_{11} и a_{12} однородного уравнения

$$\ddot{C}^l + a_{11}\dot{C}^l + a_{12}C^l = 0 \quad (7)$$

были положительны, т. е. чтобы $b_{21} + b_{23} < 0$, $b_{32}b_{21} - b_{22}b_{31} > 0$. В этом случае рассматриваемая модель адекватно описывает поведение процесса потребления электроэнергии.

Общее решение уравнения (6) состоит из суммы его частного решения и общего решения однородного уравнения (7). Поскольку мы полагаем, что изменение ВВП во времени может быть оценено линейной функцией (5), то частное решение имеет вид:

$$\bar{C}^l(t) = k + lt.$$

Коэффициенты k и l определяются методом неопределенных коэффициентов:

$$k = \frac{1}{a_{12}} \left(a_{13}\alpha + a_{14}\beta + a_{15} - \frac{a_{11}a_{13}\beta}{a_{12}} \right);$$

$$l = \frac{a_{13}\beta}{a_{12}}. \quad (8)$$

Далее мы отдельно рассматриваем решение уравнения (6) в зависимости от знака дискриминанта $D = a_{11}^2 - 4a_{12}$ характеристического уравнения однородного уравнения (7).

I случай: $D > 0$. Общее решение уравнения (6) имеет вид:

$$C^l(t) = R_1 e^{-d_1 t} + R_2 e^{-d_2 t} + k + lt, \quad (9)$$

где $-d_1, -d_2$ — корни характеристического уравнения, соответствующего уравнению (7).

Рассмотрим случай растущей экономики $\beta > 0$. Для анализа поведения параметра C^l во времени необходимо исследовать знак производной выражения (9):

$$\dot{C}^l(t) = -d_1 R_1 e^{-d_1 t} - d_2 R_2 e^{-d_2 t} + l.$$

В случае, когда $a_{13} < 0$, т. е. $l < 0$, нелегальное потребление электроэнергии превалирует над легальным, которое в этом случае с течением времени падает до нуля.

Рассмотрим возможные случаи, когда $l \geq 0$.

Если при $t = 0$ производная $\dot{C}^l(t)$ отрицательна, значит, несмотря на то, что ВВП начал расти, легальное потребление электроэнергии продолжает уменьшаться. Чтобы определить, как долго объем легального потребления электроэнергии будет уменьшаться, необходимо решить уравнение

$$\dot{C}^l(t) = -d_1 R_1 e^{-d_1 t} - d_2 R_2 e^{-d_2 t} + l = 0; \quad (10)$$

Если заданы начальные значения объемов легального и нелегального потреблений электроэнергии, то из системы уравнений (3) можно вычислить значения констант R_1 и R_2 :

$$R_1 = \frac{1}{d_2 - d_1} [(d_2 + b_{21} + \gamma b_{22})C^l(0) - d_2 k + l - b_{23}\alpha - b_{20}], \quad (11)$$

$$R_2 = \frac{1}{d_2 - d_1} [-(d_1 + b_{21} + \gamma b_{22})C^l(0) - (d_2 k + l - b_{23}\alpha - b_{20})], \quad (12)$$

где $\gamma = C^{il}(0)/C^l(0)$.

Подставляя выражения (11) и (12) в уравнение (10), получаем:

$$\dot{C}^l(0) = (b_{21} + \gamma b_{22})C^l(0) + b_{23}\alpha + b_{20},$$

откуда определяем, что при

$$b_{22} < -\frac{1}{\gamma C^l(0)} (b_{21} C^l(0) + b_{23}\alpha + b_{20})$$

объем легального потребления будет сокращаться под влиянием нелегального потребления, несмотря на то, что экономика начала расти.

Чтобы определить, как долго будет продолжаться падение объема легального потребления электроэнергии при росте экономики, необходимо при имеющихся численных данных решить уравнение (10) относительно t .

При $\dot{C}^l \geq 0$ возможны два случая. В одном из них легальное потребление электроэнергии постоянно растет с ростом ВВП, несмотря на наличие нелегальной составляющей. Возможна также ситуация, когда при росте ВВП объем легального потребления электроэнергии сначала растет, затем в течение какого-то времени под влиянием нелегального потребления падает, а затем снова продолжает расти. Для оценки периода падения объема легального потребления электроэнергии в этом случае необходимо найти корни уравнения (10) для конкретных данных. Промежуток времени, на котором объем легального потребления снижается, будет заключен между корнями уравнения (10).

При спаде экономики методика рассмотрения аналогична.

II случай: $D = 0$. Рассмотрение данного случая аналогично предыдущему.

Общее решение уравнения (6)

$$C^l(t) = R_1 e^{-a_{11}t/2} + R_2 t e^{-a_{11}t/2} + k + lt.$$

Зависимость производной объема легального потребления электроэнергии от времени имеет вид:

$$\begin{aligned} \dot{C}^l(t) = & -0,5a_{11}R_1 e^{-a_{11}t/2} + R_2 e^{-a_{11}t/2} - \\ & - 0,5a_{11}R_2 t e^{-a_{11}t/2} + l. \end{aligned} \quad (13)$$

Исходя из начальных значений объемов легального и нелегального потреблений, определяем значения констант в выражении (13).

$$R_1 = C^l(0) - k,$$

$$R_2 = b_{22}C^l(0) + (a_{11} + b_{21})(C^l(0) - k) - (l - b_{21}k - b_{23}\alpha - b_{20}).$$

Подставляя эти константы в выражение (13), получаем:

$$\begin{aligned} \dot{C}^l(0) = & b_{22}C^l(0) + (a_{11}/2 + b_{21})(C^l(0) - k) + \\ & + b_{21}k + b_{23}\alpha + b_{20}. \end{aligned}$$

Отсюда можно видеть, что при

$$\begin{aligned} b_{22} < & -\frac{1}{C^l(0)} \left(\left(\frac{a_{11}}{2} + b_{21} \right) (k - C^l(0)) - \right. \\ & \left. - (b_{21}k + b_{23}\alpha + b_{20}) \right) \end{aligned}$$

объем легального потребления сокращается под влиянием нелегального потребления, несмотря на то, что экономика начала расти.

Чтобы определить, как долго будет продолжаться падение объема легального потребления электроэнергии при росте экономики, необходимо приравнять нулю производную (13) и при имеющихся численных данных решить полученное уравнение относительно t .

Все дальнейшие рассуждения повторяют случай I, когда $D > 0$.

III случай: $D < 0$. Общее решение уравнения (6) имеет вид:

$$\begin{aligned} C^l(t) = & R_1 e^{-a_{11}t/2} \cos \sqrt{a_{12} - 0,25a_{11}^2} t + \\ & + R_2 e^{-a_{11}t/2} \sin \sqrt{a_{12} - 0,25a_{11}^2} t + k + lt, \end{aligned}$$

где значения k и l определяются формулой (8).

Видно, что в начале периода роста экономики объем легального потребления испытывает колебания под влиянием нелегального потребления, а затем, если $a_{13} < 0$ и, соответственно, $l < 0$, легальное потребление с течением времени уменьшается до нуля, т. е. полностью подавляется нелегальным, а при $a_{13} > 0$ и, соответственно, $l > 0$, объем легального потребления после колебаний начинает расти вместе с ростом экономики.

Аналогично, при спаде экономики объем легального потребления электроэнергии в течение некоторого начального периода колеблется, а затем либо падает вместе с ВВП (при $a_{13} > 0$ и, соответственно, $l > 0$), либо растет, вынуждая прибегать к внешним поставкам электроэнергии для удовлетворения имеющегося на нее спроса.

3. ОЦЕНКА ЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ

Оценка значений коэффициентов системы уравнений (3) для Российской Федерации была проведена с помощью регрессионного анализа. Использовались данные, приводимые в отчетах Госкомстата РФ, в отчетах РАО ЕЭС, а также в сборнике



[22]. К сожалению, в этих отчетах данные о коммерческих потерях не выделяются в отдельный столбец. В них приводятся данные о потерях в линиях электропередач, расход на производственные нужды энергосистем, а также расход на собственные нужды электростанций. Поэтому для оценки коммерческих потерь мы полагали, что они составляют определенную долю от каждого вида потерь, данные о которых приводятся в официальных источниках информации. Мы считаем, что доля коммерческих потерь в расходе на собственные нужды энергосистем и электростанций невелика, и составляет 10 и 15 % соответствующих потерь. Далее мы исследовали случаи, когда доля коммерческих потерь в потерях в линиях электропередач составляет 25, 50 и 75 %. Используемые для оценки коэффициентов данные приведены в таблице.

В результате регрессионного анализа в случае, когда коммерческие потери составляют 25 % потерь в сетях, были получены следующие коэффициенты для системы уравнений (3):

$$b_{20} = 30,7; b_{21} = -18,8; b_{22} = -33,2; b_{23} = 21,7; \\ b_{30} = -14,8; b_{31} = 18,9; b_{32} = 13,6; b_{33} = -16,6.$$

Система уравнений (3) имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{C}^l = 30,7 - 18,8 C^l - 33,2 C^{il} + 21,7 Y \\ \dot{C}^{il} = -14,8 + 18,9 C^l + 13,6 C^{il} - 16,6 Y. \end{cases}$$

Поскольку $b_{21} + b_{23} = -5,2 < 0$; $b_{32}b_{21} - b_{22}b_{31} = 371,8 > 0$, то ее решение устойчиво.

Для объема легального потребления получаем уравнение

$$\ddot{C}^l + 5,2 \dot{C}^l + 371,8 C^l = 133,6 \dot{Y} - 33,2 Y + 73,8. \quad (14)$$

Заметим, что $D < 0$.

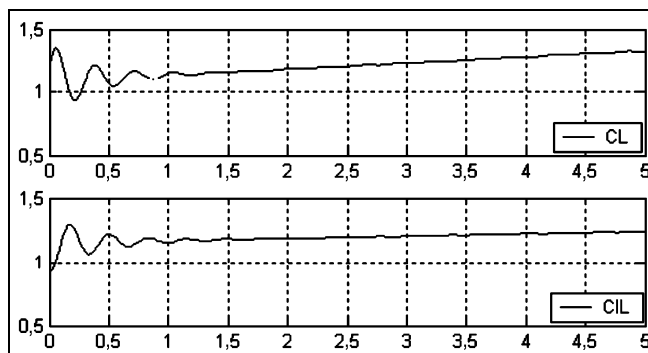


Рис. 1. Изменение объема легального (CL) и нелегального (CIL) потребления (относительно значений 1998 г.) во времени при объеме коммерческих потерь 25 % от общих потерь в сетях в растущей экономике

Для растущей экономики рост ВВП был оценен функцией $Y = 1,22 + 0,07t$, а для кризисной — функцией $Y = 1,22 - 0,07t$.

В результате решения уравнения (14) получены зависимости объема легального и нелегального потребления электроэнергии от времени, представленные на рис. 1 и 2, где по оси абсцисс отложено время в годах, по оси ординат — значение объема потребления электроэнергии по отношению к объему электроэнергии, потребленной в 1998 г.

Средняя цена электроэнергии в Российской Федерации в 2003 г. (в IV квартале) составила приблизительно 1 руб./кВт·ч [23]. Исходя из этого получены зависимости изменения объема легального и нелегального, а также суммарного объема потребления электроэнергии в рублях в ценах 2003 г., представленные на рис. 3 и 4, где по оси абсцисс отложено время в годах, по оси ординат — объем потребления электроэнергии в миллиардах рублей. Из приведенных графиков видно, что в те-

Производство, потребление, экспорт, импорт и потери электроэнергии, млрд кВт·ч

Год	Производство	Импорт	Потребление общее	Экспорт	Потери в сетях	Расход на производственные нужды	Расход на собственные нужды электростанций	ВВП, % к 1990 г.
1992	1009	27,7	992,2	44,0	84,1	10,9	34,0	85,5
1993	956,6	24,7	937,9	43,4	80,6	11,5	32,6	91,3
1994	875,9	22,2	856,4	42,7	79,0	11,7	29,8	87,3
1995	860	18,4	840,4	38,0	83,5	11,7	29,4	95,9
1996	847,2	12,4	827,7	31,9	84,5	12,4	32,5	96,6
1997	834	7,2	814,4	26,8	84,4	11,4	31,6	100,9
1998	827,2	8,2	809,1	26,3	88,8	12,6	31,4	95,5
1999	846,2	8,4	832,1	22,5	96,8	12,4	31,2	105,4
2000	877,8	8,8	863,7	22,9	101,6	12,8	32,0	108,3
2001	891,3	9,8	875,4	25,7	105,5	14,4	31,2	109,5
2002	890,8	5,2	877,9	18,1	105,7	13,1	31,2	110,8

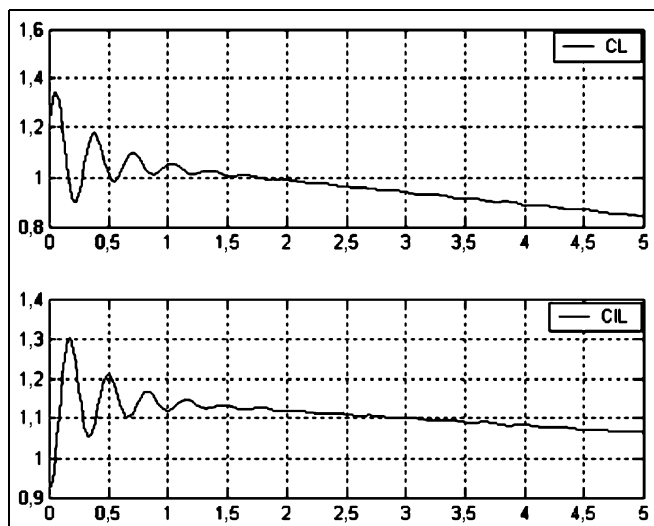


Рис. 2. Изменение объема легального (CL) и нелегального (CIL) потребления (относительно значений 1998 г.) во времени при объеме коммерческих потерь 25 % от общих потерь в сетях в кризисной (падающей) экономике

чение примерно 1,5 лет легальное потребление колеблется вследствие влияния коммерческих потерь, после чего наблюдается его устойчивый рост (спад) вслед за ростом (спадом) экономики.

Аналогичные исследования были проведены для случаев, когда объем коммерческих потерь составляет 10, 15, 50 и 75 % потерь в сетях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная динамическая модель, отражающая один из аспектов взаимодействия экономики и энергетики, позволяет смоделировать процессы производства и потребления электроэнергии с учетом влияния на них коммерческих потерь электроэнергии, оценить степень влияния коммерческих потерь на потребление электроэнергии, а также спрогнозировать изменение уровня потребления электроэнергии в зависимости от объема коммерческих потерь. Модель проверена на данных о производстве/потреблении электроэнергии в Российской Федерации за последние 12 лет, результаты моделирования подтверждают серьезное негативное влияние, оказываемое теневой экономикой на процессы производства/потребления электроэнергии. К сожалению, мы столкнулись с серьезными затруднениями в поиске реальных данных, отражающих объем коммерческих потерь, поскольку эти данные нигде официально не публикуются. В предложенной модели не рассматривается влияние цен на электроэнергию и энергоэффективности экономики на процесс ее производства/потребления. Рассмотрение модели с учетом

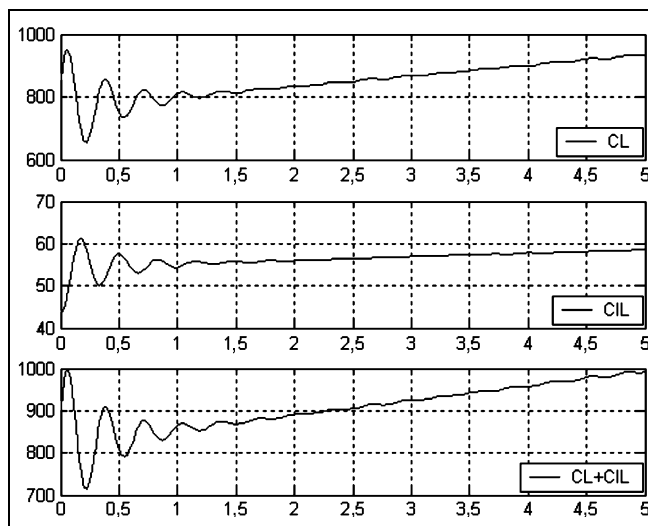


Рис. 3. Изменение объема (млрд. руб.) легального (CL) и нелегального (CIL) и общего (CL + CIL) потребления во времени при объеме коммерческих потерь 25 % от общих потерь в сетях в растущей экономике

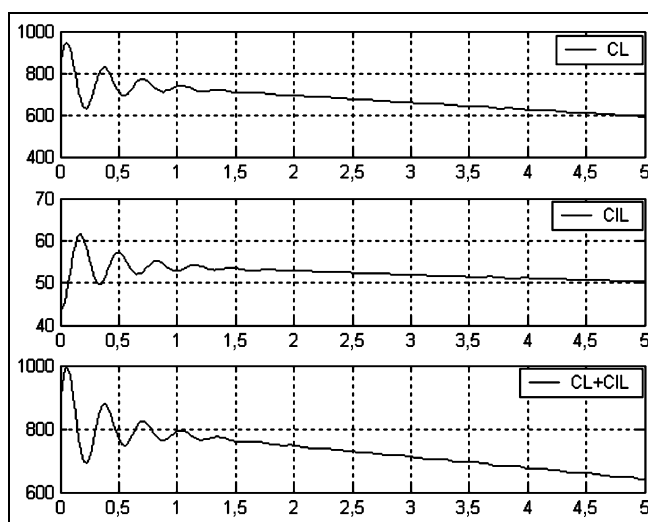


Рис. 4. Изменение объема (млрд. руб.) легального CL и нелегального CIL и общего CL + CIL потребления во времени при объеме коммерческих потерь 25 % от общих потерь в сетях кризисной экономике

влияния этих параметров является целью дальнейшего исследования.

Авторы благодарят А. Ю. Гофмана и А. П. Молчанова за полезные комментарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aleskerov F., Kaymak B. A dynamic Model of Production, Legal and Illegal Consumption of Energy. — М., Institute of Control Sciences, 2002.
2. Российская электроэнергетика: аналитический обзор // ЭСКО — электронный журнал энергосервисной компании



- “Экологические системы”. 2003. № 7 (19). http://esco-eco-sys.narod.ru/2003_7/index.htm.
3. Броевская Н. А., Штейнбух Г. Л. О нормировании потерь электроэнергии в электрических сетях // Электрические станции. — 2003. № 4. — С. 65, 66.
 4. Броевская Н. А., Штейнбух Г. Л. Об учете электроэнергии в электрических сетях ПЭС // Там же. — С. 67.
 5. Воротницкий В. Э., Калинин М. А., Апяткин В. Н. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций // ЭСКО — электронный журнал энергосервисной компании “Экологические системы”. — 2003. № 7(19). <http://www.entels.ru/>
 6. Кавченков В. П. Анализ точности и достоверности оценки технологических потерь в электрических сетях 6—10 кВ. // Тр. III Всеросс. науч.-практ. конф. “Ресурсосбережение и экологическая безопасность”. <http://resource.keytown.com/material11.htm>.
 7. Долецкая Л. И., Кавченков В. П. О влиянии реактивной мощности на потери электроэнергии в сетях 6 — 10 кВ. — Там же.
 8. Шакаев С. М., Федотов А. И., Камалиев Р. Н. Потери электроэнергии в электрических сетях ОАО “Татэнерго” // Известия вузов. Проблемы энергетики // 2003. № 3—4. — С. 102—107.
 9. Гранина Н. 13 способов бесплатного пользования электричеством // Известия, 10 февраля 2004 г. — С. 11.
 10. Плужников О. Б. Анализ текущей ситуации в энергетическом секторе и меры по энергосбережению // Электронный журнал энергосервисной компании “Экологические системы”. — 2003. — № 3. <http://ceeri.ecoinfo.ru/>
 11. Старцев А. П. ОАО “Пермэнерго” об анализе потерь электроэнергии // Электрические станции. — 2002. — № 12.
 12. Генерация. Рынок электроэнергии. — 2004. — № 26. — Р. 51—58 Вып. 16. <http://www.epu.kiev.ua/Number/16.htm>
 13. TRT is financed by industrialists. www.turkishtime.org/haziran/64_en.htm.
 14. Rajasthan Electricity Regulatory Commission. www.erc.gov.in/ARRorderJodhpurFY-051.htm.
 15. Karachi: KESC shows 0.32pc cut in T&D losses, DAWN Internet Edition, 31 December 2003. www.dawn.com/2003/local2.htm.
 16. Воротницкий В. Э. Коммерческие потери электроэнергии в электрических сетях. <http://www.news.eltech.ru/arh/4/2002>.
 17. Воротницкий В. Э. Норматив потерь электроэнергии в электрических сетях Как его определить и выполнить? <http://www.news.eltech.ru/arh/6/2003>.
 18. Информационное агентство “Татар-Информ” // Новости дня от 6 февраля 2002 г.
 19. Могиленко А. В. Оценка и прогнозирование потерь электроэнергии в электроэнергетических системах на основе нечеткого регрессионного анализа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Новосибирск, 2003. — 18 с.
 20. Wankeun Oh, Kihoon Lee. Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea 1970—1999, Energy Economics. — 2004. — № 26. — Р. 51—58.
 21. Risako Morimoto, Chris Hope. The impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka. Energy Economics. — 2004. — № 26. — Р. 77—85.
 22. Электроэнергетика СНГ 1992 — 2004. — М.: Исполнительный комитет электроэнергетического совета СНГ, 2003. — 183 с.
 23. РАО ЕЭС России. Сбытовая деятельность. Состояние расчетов с потребителями. http://www.rao-ees.ru/ru/energo_sbit_4kv_03.html.

☎ (095) 334-88-69

E-mail: alesk@ipu.ru

ieasm@cc.acad.md



УДК 330.131.7.336.71

РИСК В НЕКОТОРЫХ БАНКОВСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

Л. В. Жуковская

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, г. Москва

Предложен метод исследования риска в банковских операциях, показана возможность применения принципа минимаксного сожаления для его численной оценки. Приведен алгоритм нахождения гарантированного по риску решения, при котором риск будет наименьшим из всех рассматриваемых рисков.

ВВЕДЕНИЕ

В банковских системах риск — обычное явление, ибо чтобы получить хорошую прибыль нужно рисковать. Управление риском — один из ключевых факторов, определяющих деятельность банка. Большинство банков получают существенную часть своих доходов от кредитной и инвестиционной деятельности. Главная задача заключается в

том, чтобы оценить риск невозврата кредитов клиентами. На “содержательном уровне”, *кредитный риск* определяется как “риск того, что партнер по финансовой сделке окажется неспособным выполнить условия контракта и держатель актива понесет финансовые потери” [1].

Кредитный риск присутствует как во всех балансовых активах, которыми владеет банк, так и в забалансовых операциях, в которых банк участвует