

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ¹

Часть 1. Оптимизационные модели

**Антоненко А.В.², Лошкарев И.В.³, Панков В.С.⁴,
Угольницкий Г.А.⁵**

(Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону)

В статье рассматриваются оптимизационные модели согласования интересов в электроэнергетике. Представлена программная реализация моделей. На основе полученных результатов сформированы рекомендации, сделаны выводы о целесообразности ввода счетчиков электроэнергии нового поколения.

Ключевые слова: оптимизационные модели, электроэнергетический сектор, математическое моделирование, программная реализация

1. Введение

Использование оптимизационных и теоретико-игровых моделей организационного управления представляется перспективным инструментом повышения эффективности

¹ Работа поддержана Южным федеральным университетом, проект №213.01-07-2014/07ПЧВГ

² Антоненко Андрей Валерьевич, кандидат технических наук, ассистент (andrei80586@yandex.ru)

³ Лошкарев Илья Витальевич, ассистент (loshkarev.i@gmail.com)

⁴ Панков Владимир Сергеевич, магистр прикладной математики и информатики (+79888987246)

⁵ Угольницкий Геннадий Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор (ougoln@mail.ru)

электроэнергетической отрасли. В работе анализируется ряд моделей мотивационного управления в области стимулирования инноваций в коммерческом учёте электроэнергии. Анализ литературных источников позволяет сделать следующие выводы [1]:

1. При управлении распределённым потреблением электроэнергии в условиях децентрализованного рынка достаточно активно используются математические модели и компьютерные системы поддержки решений на их основе.

2. Среди наиболее широко применяемых моделей можно выделить:

- модели прогноза различных параметров функционирования электроэнергетических систем и рынков электроэнергии (цены, нагрузки, потребление) [4];

- модели влияния различных факторов и подготовки данных (эконометрические, динамические) [8];

- модели функционирования рынка и его отдельных участников, в том числе регуляторов и распределяющих компаний (экономико-математические, имитационные модели) [7];

- модели оценки инвестиций [5];

- модели и системы поддержки решений [11];

- модели управления спросом [13].

3. Большинство описанных моделей опирается на данные коммерческого учёта потребления электроэнергии, для получения которых необходимо устанавливать интеллектуальные счетчики.

4. Наиболее важными с точки зрения решения практических задач, стоящих перед электроэнергетическими компаниями на конкурентном рынке, представляются задачи управления спросом. Именно инновации в управлении спросом могут дать наибольший эффект в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

5. Комплексное использование моделей и методов управления спросом позволяет не только решать задачи оперативного управления электроэнергетическими системами, но и обеспечить их долгосрочное устойчивое развитие, под

которым понимается выполнение базовых социальных, экономических, экологических и технологических требований при условии согласования интересов всех участников рынка электроэнергии. Постановка и решение задач управления устойчивым развитием электроэнергетической отрасли представляется магистральным направлением фундаментальных и прикладных научных исследований в электроэнергетике.

В ролях ведущего и ведомого в моделях иерархического управления могут выступать различные агенты, например: регулятор рынка – энергетическая компания, энергетическая компания – клиент, крупная оптовая компания – розничные продавцы электроэнергии, компания - филиалы и т.п.

Для решения практических задач управления спросом на электроэнергию представляется целесообразным использовать модели и механизмы управления организационными системами с учетом концепции управления устойчивым развитием. На первый план здесь выходят модели мотивационного управления, описывающие экономические механизмы стимулирования активных агентов. Изучение таких моделей осуществляется средствами теории контрактов [12], информационной теории иерархических систем [5], теории активных систем [2] (сейчас – теории управления организационными системами [9]).

Цель работы - создание программного комплекса для исследования достаточно простых математических моделей, которые могут быть использованы для решения практических задач мотивационного управления в электроэнергетике, и обсуждение проблем их идентификации.

Практическая значимость работы состоит в создании инструмента для анализа и идентификации параметров моделей стимулирования инноваций в электроэнергетике. В данной статье исследованы первые две модели (оптимизационные) из представленного ниже списка (теоретико-игровые модели рассматриваются во второй части статьи):

- Классическая модель стимулирования с экспоненциальным видом функций дохода центра и затрат агента;

- Классическая модель стимулирования с показательным видом функций дохода центра и затрат агента;
- Теоретико-игровая модель с экспоненциальным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая модель с показательным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая модель Гермейера-Вателя с экспоненциальным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая модель Гермейера-Вателя с показательным видом функций дохода игроков.

В составе программного комплекса все представленные модели численно решены:

- Классическая модель стимулирования со степенным видом функций дохода центра и затрат агента;
- Классическая модель стимулирования с экспоненциальным видом функций дохода центра и затрат агента;
- Классическая модель стимулирования с показательным видом функций дохода центра и затрат агента;
- Общий случай теоретико-игровой модели со степенным видом функций дохода игроков;
- Общий случай теоретико-игровой модели с экспоненциальным видом функций дохода игроков;
- Общий случай теоретико-игровой модели с показательным видом функций дохода игроков;
- Частный случай теоретико-игровой модели со степенным видом функций дохода игроков;
- Частный случай теоретико-игровой модели с экспоненциальным видом функций дохода игроков;
- Частный случай теоретико-игровой модели с показательным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая модель Гермейера-Вателя со степенным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая модель Гермейера-Вателя с экспоненциальным видом функций дохода игроков;

- Теоретико-игровая модель Гермейера-Вателя с показательным видом функций дохода игроков;
- Теоретико-игровая иерархическая модель.

2. Модели стимулирования инноваций в электроэнергетике

В качестве примера инновации рассматривается установка компьютеризованных электросистем «Аргус», обеспечивающих автоматизацию учета потребления электроэнергии и ряд функций управления нагрузкой. Применение данного оборудования позволяет увеличить эффективность использования установленной электрической мощности объектов до 30%, повысить уровень пожарной безопасности объектов, снизить затраты на эксплуатацию систем электроснабжения объектов до 15% и увеличить их срок эксплуатации. Максимальная эффективность применения оборудования достигается при строительстве новых и реконструкции старых объектов. Оборудование имеет европейский и российский сертификаты соответствия, его применение одобрено и рекомендовано НП «Центр энергосбережения и инновационных технологий» Ростовской области и ОАО «Донэнерго»

Однако остается открытым вопрос о субъекте финансирования установки компьютеризованных электросистем (интеллектуальных счетчиков) «Аргус» для различных категорий потребителей. Для его решения целесообразно использовать различные классы моделей стимулирования.

2.1. КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТИМУЛИРОВАНИЯ

В классической модели стимулирования [4] инноваций, центр компенсирует агенту затраты на совершение действий, приносящих доход центру. Введём следующие обозначения:
 u - доля установленных счетчиков от максимального числа (100%-ной обеспеченности);

$c(u)$ - затраты агента на установку счетчиков (выпуклая функция);

$s(u)$ - компенсация центром затрат агента;

$H(u)$ - доход центра от установки счетчиков (вогнутая функция).

Модель имеет вид:

$$(8) \quad F(u) = H(u) - s(u) \rightarrow \max, s(u) \in S(u);$$

$$(9) \quad f(u) = s(u) - c(u) \rightarrow \max, 0 \leq u \leq 1.$$

Решение модели:

$$(10) \quad s^*(u) = \begin{cases} c(u) + \delta, & u = u^* \\ 0, & u \neq u^* \end{cases},$$

где δ - мотивирующая надбавка, а $F(u^*) = \max_{0 \leq u \leq 1} F(u) = \max_{0 \leq u \leq 1} [H(u) - c(u)]$.

Рассмотрим различные виды функций дохода центра ($H(u)$) и затрат агента ($c(u)$):

1. Степенные функции дохода центра и затрат агента:

$$(11) \quad H(u) = au^\alpha, \quad 0 \leq \alpha \leq 1;$$

$$(12) \quad c(u) = bu^\beta, \quad \beta \geq 1.$$

Здесь a - доход центра при 100%-ном охвате территории счетчиками; b - затраты агента на 100%-ную обеспеченность счетчиками; α, β - модельные параметры. Найдём аналитическое решение данной модели:

$$(13) \quad F(u) = H(u) - c(u) = au^\alpha - bu^\beta,$$

Тогда (14) является точкой максимума, так как справедливо (15)

$$(14) \quad \frac{dF}{du} = \alpha au^{\alpha-1} - \beta bu^{\beta-1} \Rightarrow u^* = \left(\frac{\alpha a}{\beta b} \right)^{\frac{1}{\beta-\alpha}}$$

$$(15) \quad \frac{d^2 F(u^*)}{du^2} = \alpha(\alpha-1)u^{\alpha-2} - \beta(\beta-1)u^{\beta-2} < 0.$$

Оптимальная доля установленных счётчиков составит:

$$u^* = \left(\frac{\alpha a}{\beta b} \right)^{\frac{1}{\beta-\alpha}}.$$

2. Экспоненциальные функции дохода центра и затрат агента:

$$(16) \quad H(u) = a(1 - e^{-\alpha u}), \alpha > 0;$$

$$(17) \quad c(u) = b(e^{\beta u} - 1), \beta > 0.$$

Здесь a - доход центра при 100%-ном охвате территории счетчиками; b - затраты агента на 100%-ную обеспеченность счетчиками; α, β - модельные параметры. Найдём аналитическое решение данной модели:

$$(18) \quad F(u) = H(u) - c(u) = a(1 - e^{-\alpha u}) - b(e^{\beta u} - 1),$$

тогда (19) – точка максимума, так как справедливо (20)

$$(19) \quad \frac{dF}{du} = \alpha a e^{-\alpha u} - \beta b e^{\beta u} \Rightarrow u^* = \frac{\ln\left(\frac{a\alpha}{b\beta}\right)}{\alpha + \beta}$$

$$(20) \quad \frac{d^2 F(u^*)}{du^2} = -\alpha^2 a e^{-\alpha u} - \beta^2 b e^{\beta u} < 0.$$

Оптимальная доля установленных счётчиков составит:

$$u^* = \frac{\ln\left(\frac{a\alpha}{b\beta}\right)}{\alpha + \beta}.$$

3. Показательные функции дохода центра и затрат агента:

$$(21) \quad H(u) = a(1 - \alpha^u), 0 < \alpha < 1;$$

$$(22) \quad c(u) = b(\beta^u - 1), \beta > 1.$$

Здесь a - доход центра при 100%-ном охвате территории счетчиками; b - затраты агента на 100%-ную обеспеченность счетчиками; α, β - модельные параметры. Найдём аналитическое решение данной модели:

$$(23) \quad F(u) = H(u) - c(u) = a(1 - \alpha^u) - b(\beta^u - 1), \quad \text{тогда}$$

(24) - точка максимума, так как справедливо (25)

$$(24) \quad \frac{dF}{du} = -a \ln(\alpha) \alpha^u - b \ln(\beta) \beta^u \Rightarrow u^* = -\frac{\ln\left(-\frac{a \ln(\alpha)}{b \ln(\beta)}\right)}{\ln(\alpha) - \ln(\beta)}$$

$$(25) \quad \frac{d^2 F(u^*)}{du^2} = -a(\ln(\alpha))^2 \alpha^u - b(\ln(\beta))^2 \beta^u < 0.$$

Оптимальная доля установленных счётчиков составит:

$$u^* = -\frac{\ln\left(-\frac{a \ln(\alpha)}{b \ln(\beta)}\right)}{\ln(\alpha) - \ln(\beta)}.$$

Несмотря на существование явных аналитических решений модели, была осуществлена ее программная реализация для анализа и содержательной интерпретации зависимости решений от параметров. Подробное обсуждение этой идеи проводится в заключении к работе.

3. Программная реализация модели

3.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЯЗЫКА И СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Для реализации программ был выбран язык программирования C#. Среда разработки Microsoft Visual Studio 2008 на платформе .NET.

В C# входит много полезных особенностей - простота, объектная ориентированность, типовая защищенность, "сборка мусора", поддержка совместимости версий и многое другое. Ввиду достаточно удобного объектно-ориентированного дизайна, C# является хорошим выбором для быстрого конструирования различных компонентов.

Visual Studio включает в себя редактор исходного кода с поддержкой технологии IntelliSense и возможностью простейшего рефакторинга кода. Встроенный отладчик может работать и как отладчик уровня исходного кода, и как отладчик машинного уровня. Остальные встраиваемые инструменты включают в себя редактор форм для упрощения создания графического интерфейса приложения, веб-редактор, дизайнер классов и дизайнер схемы базы данных. Visual Studio позволяет

создавать и подключать сторонние дополнения (плагины) для расширения функциональности практически на каждом уровне.

Для создания пользовательского интерфейса были использованы следующие средства языка C#: Form, Button, GroupBox, Label, Panel, RadioButton, TextBox, TabControl, PictureBox, DataGridView.

3.2. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

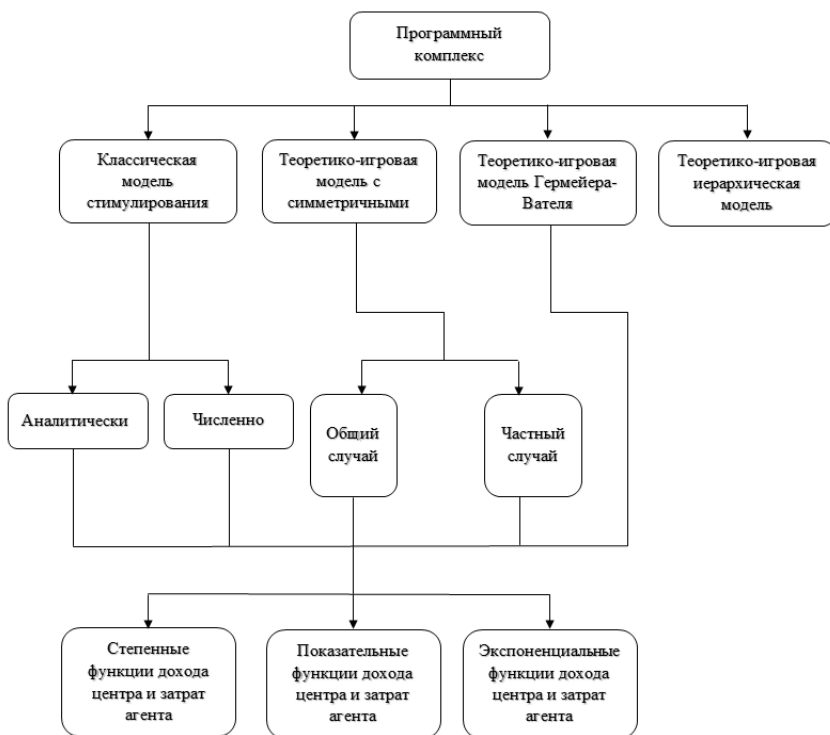


Рис.1. Структура программного комплекса

Основу интерфейса программы образует окно, на котором расположено четыре вкладки (рис. 2):

- Классическая модель стимулирования;

- Теоретико-игровая модель с симметричными игроками;
- Модель типа Гермейера-Вателя;
- Теоретико-игровая иерархическая модель.

В первой части статьи описывается работа с моделью стимулирования.

3.3. КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТИМУЛИРОВАНИЯ

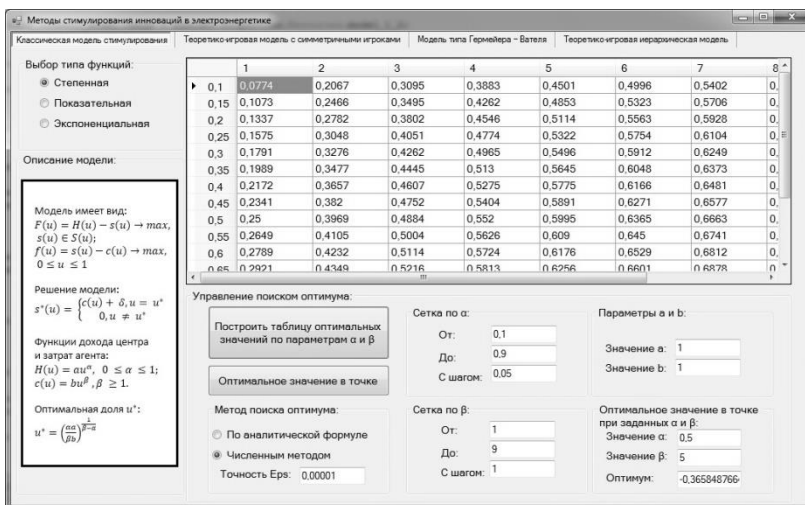


Рис.2 Решение классической модели стимулирования

Интерфейс «Классическая модель стимулирования» содержит следующие элементы:

1. «Выбор типа функций», который включает в себя три переключателя, позволяющих выбрать модель с заданным видом функций:
 - a. Степенная;
 - b. Показательная;
 - c. Экспоненциальная;
2. «Описание модели»;
3. «Управление поиском оптимума», включает в себя:

а. кнопку «Построить таблицу оптимальных значений по параметрам α и β », которая строит таблицу оптимальных значений с заданными параметрами a , b и c заданным диапазоном и шагом параметров α и β ;

б. кнопку «Оптимальное значение в точке», которая находит и отображает в поле «Оптимум», контейнера «Оптимальное значение в точке при заданных α и β » оптимальное значение в заданной точке (a , b , α , β);

с. «Метод поиска оптимума», включает в себя два переключателя, позволяющих выбрать способ вычислений:

i. Вычисление по аналитической формуле;

ii. Вычисление численным методом;

д. «Сетка по α », содержит три поля ввода, для интервала и шага по параметру α ;

е. «Сетка по β », содержит три поля ввода, для интервала и шага по параметру β ;

ф. «Параметры a и b », содержит два поля ввода, для параметров a и b ;

г. «Оптимальное значение в точке при заданных α и β » содержит три поля ввода, для параметров α и β , а также для вывода оптимального значения;

4. Таблица оптимальных значений с заданными параметрами a , b и c заданным диапазоном и шагом параметров α и β .

4. Выполнение расчётов и анализ результатов

4.1. КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТИМУЛИРОВАНИЯ

Пример №1. Степенные функции дохода центра и затрат агента. Затраты агента равны доходу центра: $a = b = 1$; $0 \leq \alpha \leq 1$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Таблица 1. Степенные функции; $a = b = 1$.

$\alpha \backslash \beta$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	0,0774	0,2067	0,3095	0,3883	0,4501	0,4996	0,5402	0,5743	0,6031	0,628
0,2	0,1337	0,2783	0,3802	0,4546	0,5114	0,5563	0,5928	0,6232	0,6488	0,6709
0,3	0,1791	0,3276	0,4262	0,4965	0,5496	0,5912	0,6249	0,6528	0,6764	0,6966
0,4	0,2172	0,3657	0,4607	0,5275	0,5775	0,6166	0,6481	0,6742	0,6963	0,7151
0,5	0,25	0,3969	0,4884	0,552	0,5995	0,6365	0,6663	0,691	0,7117	0,7295
0,6	0,2789	0,4232	0,5114	0,5724	0,6176	0,6529	0,6812	0,7047	0,7244	0,7413
0,7	0,3046	0,4459	0,5311	0,5897	0,633	0,6667	0,6939	0,7163	0,7351	0,7513
0,8	0,3277	0,466	0,5484	0,6047	0,6464	0,6788	0,7048	0,7263	0,7444	0,7599
0,9	0,3487	0,4839	0,5637	0,6181	0,6582	0,6894	0,7144	0,7351	0,7526	0,7675
1	1	0,5	0,5774	0,63	0,6687	0,6988	0,723	0,743	0,7598	0,7743

Проанализировав данные *Таблицы 1*, можно сказать, что, не считая вырожденного случая $\alpha=\beta=1$, максимум u^* достигается при использовании максимально возможных значений параметров α и β . После проработки других примеров для данной модели был получен набор выводов и рекомендаций.

Степенные функции дохода центра и затрат агента. Затраты агента составляют половину дохода центра: $a = 10, b = 20$; $0 \leq \alpha \leq 1$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании максимально возможных значений параметров α и β .

Степенные функции дохода центра и затрат агента. Доход центра вдвое больше затрат агента: $a = 20, b = 10$; $0 \leq \alpha \leq 1$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании значений параметров таких, что: $2\alpha \geq \beta$, иначе наиболее выгодно использовать максимальные возможные значения параметров α и β .

Экспоненциальные функции дохода центра и затрат агента. Затраты агента равны доходу центра: $a = b = 1$; $0,2 \leq \alpha \leq 2$, шаг по $\alpha = 0,2$; $0,2 \leq \beta \leq 2$, шаг по $\beta = 2$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании минимального значения параметра β , при параметре α таком, что: $\alpha > \frac{\beta}{2}$ (в общем случае $\alpha > \frac{\beta}{k}$, где $k = b/a$).

Показательные функции дохода центра и затрат агента. Затраты агента равны доходу центра: $a = b = 1$; $0,1 \leq \alpha \leq 0,9$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании значений параметра β , близких к 1 справа и при минимально возможных значениях параметра α .

Показательные функции дохода центра и затрат агента. Затраты агента составляют половину дохода центра: $a = 10, b = 20$; $0,1 \leq \alpha \leq 0,9$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании значений параметра β близких к 1 справа и при минимально возможных значениях параметра α .

Показательные функции дохода центра и затрат агента. Доход центра вдвое больше затрат агента: $a = 20, b = 10$; $0,1 \leq \alpha \leq 0,9$, шаг по $\alpha = 0,1$; $1 \leq \beta \leq 10$, шаг по $\beta = 1$.

Итог: максимум u^* достигается при использовании значений параметра β близких к 1 справа и при минимально возможных значениях параметра α .

5. Заключение

В статье исследованы следующие модели:

- Классическая модель стимулирования с экспоненциальным видом функций дохода центра и затрат агента;

- Классическая модель стимулирования с показательным видом функций дохода центра и затрат агента;

В составе программного комплекса реализовано решение следующих моделей:

- Классическая модель стимулирования со степенным видом функций дохода центра и затрат агента;

- Классическая модель стимулирования с экспоненциальным видом функций дохода центра и затрат агента;

- Классическая модель стимулирования с показательным видом функций дохода центра и затрат агента;

Был представлен тестовый пример, проведён анализ решения. На основе результатов программного комплекса можно сделать следующие выводы.

Для классической модели стимулирования были рассмотрены три вида функций:

Для степенного вида функций дохода центра и затрат агента в случае, когда $a \leq b$ (доход центра не превышает затрат агента) максимум решения достигается при использовании максимальных значений параметров α и β . Если же $a > b$, то в целом тенденция роста решения при росте параметров α и β сохраняется, но при этом в случае, когда $\alpha \geq \frac{\beta}{2}$, решение гарантированно принимает максимальное значение.

В случае экспоненциального вида функций дохода центра и затрат агента влияние параметров α и β на решение зависит от значения параметров a и b . Если $a = b$, то максимум решения достигается при использовании минимального значения параметра β , при параметре α таком, что: $\alpha > \beta$. Если $a < b$, то максимум решения достигается при использовании минимального значения параметра β , при параметре α таком,

что: $\alpha > \frac{\beta}{k}$, где $k = \frac{b}{a}$. Если $a > b$, то максимум решения достигается при использовании минимального значения параметра β , при параметре α таком, что: $\alpha > k\beta$, где $k = \frac{b}{a}$.

В случае показательного вида функций дохода центра и затрат агента влияние параметров α и β на решение не зависит от значения параметров a и b . При любом их соотношении максимум решения достигается при значении параметра β такого, что: $\beta = 1 + \varepsilon$, где ε – сколь угодно малое число и при использовании минимального значения параметра α .

В случае модели со степенным видом функций можно сказать, что решение модели растёт по параметрам a_i, α_i и убывает по параметрам b_i .

В случае модели с показательным видом функций можно сказать, что решение модели зависит от конкретного сочетания параметров a_i и β .

В случае модели с экспоненциальным видом функций можно сказать, что решение модели убывает по параметрам β и b_i , растёт по параметрам a_i , а по параметрам α_i сначала растёт, а затем убывает.

Подводя итог, можно сказать, что рассмотренные классы моделей с различными видами функций описывают качественно различные ситуации. Используя данные о влиянии модельных параметров на решение, можно провести идентификацию представленных параметров с помощью экспертных оценок.

Литература

1. АНТОНЕНКО А.В., УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Модели мотивационного управления в электроэнергетике и проблемы их идентификации* // Управление большими системами. Вып.47. - М.: ИПУ РАН, 2014. С.92-124.
2. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы*. – М., 1999.
3. БУРКОВ В.Н., ГУБКО М.В., НОВИКОВ Д.А. *Организационные механизмы управления в*

электроэнергетике // Управление развитием крупномасштабных систем. – М., 2012. С.261-278.

4. БУРКОВ В.Н., КОРГИН Н.А., НОВИКОВ Д.А. *Введение в теорию управления организационными системами*. – М., 2009.
5. ГЕРМЕЙЕР Ю.Б., ВАТЕЛЬ И.А. *Игры с иерархическим вектором интересов* // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1974. №3. С.54-69.
6. ГОРЕЛИК В.А., ГОРЕЛОВ М.А., КОНОНЕНКО А.Ф. *Анализ конфликтных ситуаций в системах управления*. – М., 1991.
7. ДОУГЕРТИ К. *Введение в эконометрику*. – М., 1999.
8. ЛЬЮНГ Л. *Идентификация систем. Теория для пользователя*. – М., 1991.
9. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. – М., 2005.
10. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Иерархическое управление устойчивым развитием*. – М., 2010.
11. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Устойчивое развитие организаций*. – М., 2011.
12. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Модели конфликтов*. – М., 2012.
13. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Математическое моделирование сложных систем* // Научное наследие Ю.А. Жданова и современные проблемы моделирования сложных социосистем (на материалах Юга России). – Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – С.32-41.
14. BAYON L., SUAREZ P., MATIAS J.M., TABOADA J. *Influence of forecasting electricity prices in the optimization of complex hydrothermal systems* // Journal of Computational and Applied Mathematics, 2009, 232, p.262-274.
15. FOLEY A.M., GALLACHOIR B.P., HUR J. et al. *A strategic review of electricity systems markets* // Energy, 2010, 35, p.4533-4530.
16. HASANI M., HOSSEINI S.H. *Dynamic assessment of capacity investment in electricity market considering complementary capacity mechanisms* // Energy, 2011, 36, p.277-293.

17. LAFFONT J.-J., MARTIMORT D. *The Theory of Incentives. The Principal-Agent Model*. – Princeton, 2002.
18. MIRZA F.M., BERGLAND O. *The impact of daylight saving time on electricity consumption: Evidence from southern Norway and Sweden* // Energy Policy, 2011, 39, p.5008-5025.
19. SHI L., ZENG M., Li L. *A Novel Electricity Marketing Model Integrating Intelligent Disaster-Recovery System* // Systems Engineering Procedia, 2012, 4, p.133-142.
20. STADLER M., KRAUSE W., SONNENSCHN M., VOGEL U. *Modelling and evaluation of control schemes for enhancing load shift of electricity demand for cooling devices* // Environmental Modelling and Software, 2009, 24, p.285-295.

SOFTWARE FOR IDENTIFICATION OF THE MODELS OF COORDINATION OF INTERESTS IN THE ELECTRICITY POWER INDUSTRY.

PART 1. OPTIMIZATION MODELS

Andrey Antonenko, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Ph.D., Assistant (andrei80586@yandex.ru)

Ilya Loshkarev, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Assistant (loshkarev.i@gmail.com)

Vladimir Pankov, Rostov-on-Don, M.Sc. (+79888987246)

Gennady Ugolnitsky, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (ougoln@mail.ru)

Abstract: The article deals with optimization models of coordination of interests in the electric power industry. The program implementation of algorithms is presented. The recommendations basing on the analysis of numerical calculations are given.

Keywords: optimization models, electric power industry, mathematical modeling, software implementation.