

УДК 001.891; 001.6

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ

Елсуков П.Ю., к.т.н., Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
E-mail: pavelsyur@mail.ru, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Раскрывается методика построения структуры оптимизационной модели. Построение структуры осуществляется на основе дихотомического подхода. Модель предназначена для принятия решений при управлении электроэнергетическими системами. Дихотомический анализ применяется на основе применения оппозиционных принципов. Описана схема дихотомического системного анализа. Показана, что данная оптимизация является структурной.

Ключевые слова. Моделирование, ключевые показатели, принятие решений, структурная оптимизация.

FORMATION MODEL OF THE STRUCTURAL MODEL FOR THE MANAGEMENT OF ENERGY SAVING

Elsukov P.Y., PhD, Energy Systems Institute of SB RAS,
E-mail: pavelsyur@mail.ru, Irkutsk, Russia

Abstract. Discloses a technique for constructing the structure optimization model. Building a structure is based on a dichotomous approach. The model is designed for decision-making in the management of power systems. Dichotomous analysis is applied on the basis of the application of the principles of the opposition. The scheme of dichotomous system analysis. Shows that this is a structural optimization.

Keywords. Modeling, key performance indicators, decision-making, structural optimization

Введение. Общеизвестным считается, что любая система управления должна обеспечивать эффективное взаимодействие между компонентами объекта управления [1, 2]. Для управления часто используют показатели, устанавливающие ответственность и нацеливающие управленцев и исполнителей на достижение общих целей предприятия [3].

Во многих случаях для управления используют финансовые показатели, такие как прибыль, рентабельность. Современная практика управления показывает, что для достижения успеха в бизнесе и производстве необходимо использовать характеристики нефинансовых факторов. Такими характеристиками являются, например, интеллектуальный капитал, лояльность клиентов, качество обслуживания клиентов и др. Эти показатели получили название ключевых показателей эффективности бизнеса (KPI) и были рассмотрены в качестве инструмента управления в методологии Balanced Scorecard [4,

5] (Система сбалансированных показателей – ССП [3]) (в литературе также встречается название – «Система взаимосвязанных показателей»).

В соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Выход России на стандарты благосостояния развитых стран на фоне усиления глобальной конкуренции и истощения источников экспортно-сырьевого типа развития требует кардинального повышения эффективности использования всех видов энергетических ресурсов

В 2000 - 2008 годах после долгого отставания Россия вырвалась в лидеры по темпам снижения энергоемкости валового внутреннего продукта. За эти годы данный показатель снизился на 35 процентов, то есть в среднем снижался почти на 5 процентов в год. Основной вклад в снижение энергоемкости валового внутреннего продукта внесли структурные сдвиги в экономике, поскольку промышленность и жилой сектор развивались медленнее, чем сфера услуг, а в промышленности опережающими темпами росло производство менее энергоемких продуктов. «Восстановительный» рост в промышленности позволил получить эффект «экономии на масштабах производства» (экономии на условно-постоянных расходах энергии по мере роста загрузки старых производственных мощностей), но сохранил высокоэнергоемкую сырьевую специализацию и технологическую отсталость российской экономики.

На первый план выдвигается технологическая экономия энергии, в отношении которой успехи России пока недостаточны. В 2000 - 2008 годах за счет внедрения новых технологий при новом строительстве и модернизации энергоемкость валового внутреннего продукта снижалась в среднем только на 1 процент в год, или примерно так же, как и во многих развитых странах, что не позволило существенно сократить технологический разрыв с этими странами. Эффект от внедрения новых технологий частично перекрывался деградацией и падением эффективности старого изношенного оборудования и зданий.

Уровни энергоемкости производства важнейших отечественных промышленных продуктов выше среднемировых в 1,2 - 2 раза и выше лучших мировых образцов в 1,5 - 4 раза. Низкая энергетическая эффективность порождает низкую конкурентоспособность российской промышленности. При приближении внутренних цен на энергетические ресурсы к мировым российская промышленность может выжить в конкурентной борьбе только при условии значительного повышения энергетической эффективности производства.

Высокая энергоемкость при росте тарифов на энергоносители затрудняет борьбу с инфляцией. Рост тарифов на энергоносители необходим для обеспечения развития

топливно-энергетического комплекса. Однако рост нагрузки по оплате энергоносителей, выходящий за пределы платежной способности населения, затрудняет борьбу с бедностью, не позволяет обеспечить высокую собираемость платежей и порождает недовольство граждан. Все это обуславливает актуальность исследования вопросов эффективного управления энергосбережением.

Однако, как это часто бывает в экономике, в качестве основного инструмента используют эмпирически полученные модели и показатели. Несмотря на широкое использование методологии ССП, до настоящего времени отсутствуют какие-либо теоретические подходы к обоснованию их как системы и построению модели на их основе. Этим вопросам посвящается настоящая статья.

Структурное и бесструктурное управление. Несмотря на то, что ССП включает термин «система», по большому счету системой эта совокупность показателей не является. Одна из причин – отсутствие системного подхода при формировании таких показателей. Они формируются на уровне интуитивного опыта. Это обусловлено по существу применением бесструктурного управления. Выделяют структурное и бесструктурное управление [6].

Бесструктурный способ управления предполагает безадресное циркулярное распространение информации по элементам системы для изменения информационного состояния их памяти с расчетом, что на основе самоуправления элементы создадут некую временную структуру и самостоятельно реализуют частные цели вектора целей управления [7].

При бесструктурном способе управления отсутствуют уровни иерархии между элементами системы, но элементы системы могут самоорганизовываться под конкретные цели в некоторые временные структуры.

Сущность бесструктурного способа управления заключается в распространении идентичных информационных модулей (например, прикладных знаний; стереотипов отношений, поведения, распознавания и т. п.) среди элементов системы и активизация этих модулей с использованием элемента-генератора «автосинхронизации» в случае необходимости реализации конкретных целей управления. Это управление статистическими характеристиками массовых явлений на основе вероятностных предопределенностей [8]. Условия для бесструктурного управления:

- элементы системы обладают интеллектом, самоуправяемы, и способны запоминать проходящую через них информацию;
- элементы системы могут передавать информацию другим элементам и имеются условия для информационного обмена между ними;

- достаточная часть элементов находится в идентичном или близком к этому информационном состоянии.

В качестве примеров бесструктурного способа управления можно рассматривать процессы обучения или военно-патриотического воспитания.

Структурный способ управления предполагает адресное распространение функционально ориентированной информации по элементам структуры, формируемой заблаговременно и остающейся неизменной в процессе управления, для реализации вектора целей управления. Условия для структурного управления:

- обретение вектором цели управления устойчивости во времени;
- если объём детерминированного (непрерывного, регулярного) взаимодействия элементов системы превышает объём случайного (статистически упорядоченного);
- продолжительность процессов взаимодействия элементов превышает время их жизни;
- многократное устойчивое воздействие на систему возмущающего фактора.

Классическим примером структурного способа управления является реализация процессов управления в Министерствах Правительства Российской Федерации.

Одним из условий структурного управления является наличие структуры объекта управления. Модель ключевых показателей, предложенная Капланом и Нортоном [4, 5], использует совокупность показателей безотносительно к структуре, которую эта совокупность образует как модель.

Структуризация моделей данных. Структурное управление — сложный, динамический процесс, имеющий многоуровневую структуру [9]. Для определения его проблем и противоречий, нуждающихся в разрешении, необходимо произвести анализ тех компонентов, которые представляются наиболее существенными для его описания и понимания. Оптимальным, на наш взгляд, в этом случае является применение системного анализа.

Структуризация моделей данных [10] и структуризация сложных систем – процесс, основанный на формализации и классификации. Построение управленческой модели основано на формализации процессов управления.

Процесс управления можно рассматривать как информационное взаимодействие [11] двух объектов: «управляющего объекта» и «управляемого». Формализация процессов управления начинается с анализа совокупности условий, описывающих среду, в которой находится управляемый объект, и возможности управляющего объекта. Структуризация моделей данных является основным процессом формирования информационных ресурсов. Простейшей процедурой структуризации является агрегация [7].

Агрегация - процедура структуризации данных. Заключается в конструировании объекта из других базовых объектов на основе чего создается агрегативная модель. Соотносится с понятием "*есть некоторое*".

Основой структуризации управленческих моделей является выявление и формализация связей. Связи устанавливают причинно-следственные зависимости [12] между компонентами управленческого решения и результатом принятия решений.

В результате структуризации в объект управления поступают оптимальные (в аспекте структуры) управленческие решения. При этом признаками оптимальности управления могут служить ключевые показатели [4, 5], объем управленческой модели и структура ее содержания.

Особенности оптимизации электроэнергетических систем. Задачи оптимизации длительных режимов работы электроэнергетических систем (ЭЭС) актуальны как при централизованном управлении, так и в условиях рынка электроэнергии [13, 14]. Для электроэнергетических систем многих регионов Российской Федерации характерными являются значительные доли генерирующих мощностей гидроэлектростанций (ГЭС) и теплоэлектростанций (ТЭС), что обеспечивает существенную экономию органического топлива. Долгосрочное планирование режимов работы таких систем и оперативное управление ими являются достаточно сложными задачами [15], что связано как со случайным характером притока воды в водохранилища ГЭС, так и с необходимостью учета влияния тепловых нагрузок ТЭС на их расходы топлива, идущего на выработку электроэнергии.

Важное значение для управления электроэнергетическими системами имеет создание математических моделей для решения задач оптимизации режимов энергосистем [16]. При этом актуальным является как структура таких моделей, так и метод их построения. Одним из подходов структурного построения моделей является дихотомический анализ [17] и особенно дихотомический системный анализ [18].

Модели оптимизации разделяют на модели структурной оптимизации и бесструктурной оптимизации [19]. Модели структурной оптимизации слабо исследованы и задачу оптимизации часто рассматривают односторонне, привязывая ее только к целевой функции или одному ключевому показателю. Бесструктурная оптимизация – это оптимизация по целевой функции безотносительно к структуре объекта управления к структуре управляемого объекта. Хотя в управлении и экономике широко применяют понятие «структурные сдвиги» как инструмент повышения качества управления и производства, структурная оптимизация практически отсутствует как фактор получения оптимальных решений и оптимизации.

По нашему мнению изменению структуры может влиять и на целевую функцию и, тем более, на ключевые показатели, которые часто выбирают эмпирически без должного обоснования.

Дихотомический подход. Основной идеей дихотомического анализа задание дихотомических признаков для разделения совокупности. Одним из вариантов является выявление различий между одним объектом анализа и другими объектами, между одним из свойств объекта и другими свойствами, между одним вариантом развития ситуации и другими вариантами. Дихотомический анализ особенно эффективен, если удастся найти оппозиционные переменные [20] в качестве критерия деления или использовать принцип оппозиции.

При дихотомическом анализе необходимо учитывать критерий деления и отношения, которые возникают между объектами дихотомического деления. Дихотомический анализ может быть системным и не системным. Дихотомический «не системный» анализ направлен на исследование отдельных свойств объекта. Дихотомический системный анализ направлен на выявление системных свойств объекта исследования или на исследование объекта как сложной системы. При построении оптимизационной модели применяют системный дихотомический анализ. Формально дихотомический анализ при построении модели выглядит в виде последовательности действий. Назовем такую последовательность условно последовательностью A . Эта последовательность включает следующие уровни или этапы.

A1: Разбиение объекта исследования на подсистемы или основные части верхнего уровня;

A2: Разбиение подсистем на части второго уровня;

A3: Разбиение частей второго уровня;

.....

Ap: Разбиение на элементы.

По существу данный подход основан на выявлении синтагматических отношений на каждом уровне анализа $A_i, i=1\dots n$ на выявлении парадигматических отношений между уровнями.

Построение структуры. Определим оптимизационную модель на основе системного подхода [18]. Оптимизационная модель OM есть множество элементов, образующих структуру и обеспечивающих принятие решений в заданных условиях окружающей среды.

$$OM = (\varepsilon, ST, DS, E), (1)$$

где ε – элементы, ST – структура, DS – принятие решений, E – среда. Подчеркнем, что оптимизационная модель, о которой идет речь, предназначена для поддержки принятия решений. Задача, которая требует создания оптимизационной модели, состоит в

оптимизации длительных режимов работы электроэнергетических систем (ЭЭС) [15].

Особенно сложной задачей является задача оптимизации длительных режимов работы электроэнергетических систем, включающих ТЭЦ и ГЭС с водохранилищами многолетнего регулирования, что обусловлено, в частности, необходимостью рассмотрения расчетного периода большой продолжительности (несколько лет) при неизвестных уровнях воды в водохранилищах в конце этого периода и необходимостью рассматривать изменение электрических мощностей ТЭЦ в широком диапазоне - от минимально- до максимально возможных с учетом их зависимости от тепловых нагрузок станций. Для этой цели необходимо создавать модель не только на основе эмпирических исследований, но и на основе теоретических методов.

Дихотомический анализ относится к теоретическим методам. Он позволяет на основе последовательности действий A выявлять все существенные параметры и создавать структурную схему оптимизационной модели.

На рисунке 1 приведена схема дихотомического системного анализа. На первом этапе выбирается свойство P_1 . Свойство P_1 позволяет выделять основные части модели верхнего уровня в соответствии с парадигмой AI .

На этом этапе проводится анализ на наличие свойства первого уровня. Объект исследования (в нашем случае модель принятия решения) разделяется на оппозиционные [18, 20] части: « P_1 » и «Не P_1 ». Часть «Не P_1 » подвергается дальнейшему анализу. В результате анализа выделяется часть P_2 .

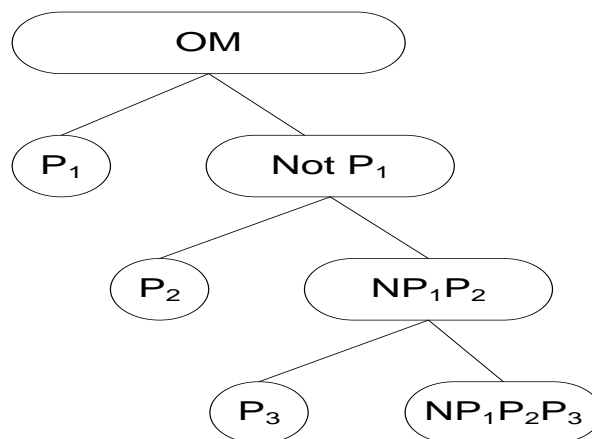


Рис. 1. Дихотомический анализ свойств объекта

В результате анализа на этом этапе остаются три части: P_1 и P_2 и оппозиционная часть «не P_1 и не P_2 ». Оппозиционная часть «не P_1 и не P_2 », подвергается дальнейшему

дихотомическому анализу. В результате выделяется части $P_1 ; P_2 ; P_3$; «не P_1 и не P_2 и не P_3 ». На заключительном этапе выделяется и некий остаток «не P_1 и не P_2 и не P_3 ». Если он не содержит существенных факторов, влияющих на принятие решений, то этим остатком пренебрегают в силу несущественного влияния его на свойства объекта. На этом дихотомический анализ верхнего уровня заканчивается и переходят к анализу на втором уровне. В результате анализа на первом уровне, в соответствии со схемой на рисунке, оптимизационная модель *ОМ* примет вид

$$OM = F(P_1, P_2, P_3) \quad (2)$$

Но это только часть модели, которая описывает верхний уровень безотносительно к нижним уровням. На следующем этапе в соответствии с парадигмой *A2* выделяют основные части модели второго уровня. Этап разбиения повторяют до уровня парадигмы *A1*. После этого конструируют модель из всех существенных факторов, влияющих на принятие решений. Схема метода, приведенная на рисунке, называется «деревом разбора».

Дихотомический анализ позволяет не только выявить системные признаки объекта исследования, но и оценить его сложность [21, 22]. Согласно дихотомии объекты можно разделять на группы «простые - сложные». Простым называют объект [23], описание которого соответствует выражению (2). Параметры, входящие в выражение (2) называют первичными. Описание простого объекта получается линейным прохождением дерева разбора. Сложным называют объект, описание которого включает первичные, вторичные параметры, параметры третьего уровня и элементы.

Вложенность параметров определяет уровень сложности. Для модели, построенной по этому методу, сложность оценивается как «сложность по Колмогорову» [24]. Для оценки сложности по смыслу можно использовать "колмогоровскую сложность" [24]. Сложность можно оценить как число шагов продвижения по модели дерева разбора, необходимое для полного описания данной оптимизационной модели.

Предложенная методика позволяет обосновать схему дерева принятия решений. В частности такой метод позволяет сформировать дерево принятия решений с учетом внешних условий функционирования ГЭС [25].

Данная методика позволяет ликвидировать «семантический разрыв» [11, 26] между эмпирикой и теорией. Она основана на логике и тем самым служит логическим обоснованием построения модели и определения ключевых показателей, характеризующих данную модель.

Следует подчеркнуть, что данный метод решает только одну задачу оптимизации –

построение оптимальной структуры модели поддержки принятия решений. Исследование целевой функции и многокритериальный анализ являются дополнением данного метода и решением полной задачи оптимизации.

Заключение. Предложенный метод дихотомического анализа использует принцип оппозиционности и последовательного многоуровневого анализа. Он позволяет создавать структуру оптимизационной модели, которая является адекватной и структурно оптимальной. Кроме того, данный метод на основе логических построений позволяет выявлять ключевые (существенные) показатели с позиций принятия решений. Метод является дополнением метода оптимизации по целевой функции. По существу он формирует новый информационный ресурс для решения задач управления [27]. Дальнейшим его развитием является решение задачи комплексной структурной и бесструктурной оптимизации.

Список литературы

1. Гольдштейн Г. Я. Стратегические аспекты управления НИОКР // Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2000.
2. Тихонов А.Н., Иванников А. Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. - М.: МаксПресс, 2010.-228с.
3. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – №. 4. – С. 108-113.
4. Kaplan R. S., Norton D. P. Using the balanced scorecard as a strategic management system // Harvard business review. – 1996. – Т. 74. – №. 1. – С. 75-85.
5. Kaplan R. S., Norton D. P. Balanced Scorecard-Strategien erfolgreich umsetzen. – 1997.
6. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. - М.: МаксПресс, 2010.-228с.
7. Кудж С.А., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Когнитивные модели и методы. Краткий словарь-справочник. — М.: Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, 2014. - 95с., электронное издание, номер гос. регистрации 0321400338.
8. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетецентрического управления сложной организационно-технической системой - М.: МаксПресс, 2010.-136с.
9. Александров В. В., Горский Н. Д. Структуризация иерархических систем

//Алгоритмические модели в автоматизации исследований. М.: Наука. – 1980. – С. 9-13.

10. Цветков В. Я. Информатизация: Создание современных информационных технологий. Часть 1. Структуры данных и технические средства.- М., ГКНТ, ВНТЦентр, 1990.- 118с.

11. V. Y. Tsvetkov. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // European Researcher, 2013, Vol.(45), № 4-1, p.782- 786

12. Ozhereleva T. Impact Analysis of Education Quality Factors // European Journal of Economic Studies, 2013, Vol.(5), № 3- p172-176

13. Елсуков П.Ю. Построение энергетических характеристик ТЭЦ для задач оптимизации режимов работы ЭЭС. / В кн. Системные исследования в энергетике. Труды молодых ученых ИСЭМ СО РАН. Вып. 34. Иркутск. 2004 г. - С. 95 - 101.

14. Елсуков П.Ю. Оптимизация краткосрочных режимов работы теплоэлектроцентрали. / В кн. Системные исследования в энергетике. Труды молодых ученых ИСЭМ СО РАН. Вып. 35. Иркутск. 2005 г. - С. 118 - 125.

15. Елсуков П. Ю., Корнеева З. Р. Исследование длительных режимов работы энергосистемы, включающей ГЭС многолетнего регулирования. / Сб. Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Материалы ежегодной Всероссийской научно-технической конференции с междунар. участием, ИргТУ, Иркутск, 2009. С. 360 – 364.

16. Горнштейн В. М. и др. Методы оптимизации режимов энергосистем - М.: Энергия. – 1981. – 336с.

17. Цветков В. Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования- 2014. - №2. – с.15-20.

18. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. Life Science Journal 2014; -11(6).- pp586-590.

19. Соловьёв И.В. Сложная организационно-техническая система как инструмент исследования искусственных антропогенных систем // Дистанционное и виртуальное обучение. - №1. – 2014. - с.5- 23.

20. V. Y. Tsvetkov. Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // World Applied Sciences Journal. -2014. - 30 (11). – p.1703-1706.

21. Boros E. et al. A complexity index for satisfiability problems //SIAM Journal on Computing. – 1994. – Т. 23. – №. 1. – p.45-49.

22. V. Ya. Tsvetkov. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p.64-69.

23. Бирюков Б. В., Тюхтин В. С. О понятии сложности //Логика и методология

науки.–М.: Наука. – 1967. – С. 218-225.

24. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению количества информации // Проблемы передачи информации. – 1965. – том 1, вып.1, - с3.- 11.

25. Елсуков П. Ю. Оптимизация длительных режимов работы энергосистем, включающих ГЭС с водохранилищами многолетнего регулирования. / Современные техника и технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 1 / Томский политехнический университет. - Томск: Изд- во Томского политехнического университета, 2012. – с.51 – 53.

26. Ehrig M. Ontology alignment: bridging the semantic gap. – New York: Springer, 2007. – 250 p.

27. Матчин В.Т. Информационные ресурсы как инструмент научного исследования и развития // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD» 2014 - № 2 (3) - с.235-256.