

УДК 620.9: 303.732

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Елтышев Д.К., Хорошев Н.И.*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: eltyshv@msa.pstu.ru*

В статье рассмотрен подход к разработке и реализации программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Предлагаемый подход основан на систематизации разнородной информации об исследуемых объектах генерации, распределения и потребления топливно-энергетических ресурсов, накапливаемой в ходе их энергетического аудита, а также при мониторинге выполнения комплекса энергосберегающих мероприятий. Предложен механизм формирования аналитических данных для разработки разделов программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности на основе структуризации данных энергетического обследования объектов. Для реализации концепции энергосбережения программно-целевым методом на энергетических объектах различной структуры разработан системный алгоритм, основанный на использовании PDCA-подхода к планированию и выполнению мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и учитывающий основные принципы «дорожной карты».

Ключевые слова: энергосбережение, энергетическая эффективность, системный подход, алгоритм, программа

ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY PROGRAMS FORMING AND REALIZATION SYSTEM APPROACH

Eltyshv D.K., Khoroshev N.I.*Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: eltyshv@msa.pstu.ru*

This article describes the approach to energy saving and energy efficiency programs development and realization. The approach is based on systematization of heterogeneous information about energy resources generation, distribution and consumption objects, obtained during energy audit and complex energy-saving measures monitoring. The mechanism to forming the analytical data for energy saving and energy efficiency programs partitions development, based on objects energy audit data structuring, is proposed. System algorithm of energy saving concept realization by program-target method on the energy objects with different structures is designed. The algorithm is based on the PDCA-approach to energy-saving and energy efficiency measures performing planning and realization and taking into account the basic principles of the «road map».

Keywords: energy saving, energy efficiency, system approach, algorithm, program

На текущий момент времени перед промышленными предприятиями энергетического комплекса и других отраслей народного хозяйства страны по-прежнему остро стоит проблема, связанная со снижением энергоёмкости за счет эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [2, 4, 5]. Несмотря на богатый отечественный и зарубежный опыт внедрения энергосберегающих мероприятий, отсутствует единый системный подход к практической реализации концепции энергосбережения программно-целевым методом [9], позволяющим чётко формализовать задачи, механизмы их выполнения и контроля, а также закрепить их документально. По этой причине необходимо формировать и выполнять программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности (Программы) по определённом алгоритму, обеспечивающему согласованную, комплексную реализацию организационных, правовых, технических, экономических и иных мер по оптимальному использованию топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) при их генерации,

распределении и потреблении на объектах с различной структурой и функционалом.

Алгоритм разработки и реализации Программ

Формализация процессов энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ЭПЭ) на системном алгоритмическом уровне должна учитывать классический цикл реализации Программ [11], включая следующие функциональные области:

1) разработка структуры Программы и планирование энергосберегающих мероприятий;

2) реализация энергосберегающих мероприятий;

3) оценка результативности мероприятий, включая выявление причин отклонений фактических значений контролируемых энергетических параметров от их плановых значений;

4) оценка применимости корректирующих действий в области ЭПЭ и корректировка Программы в соответствии с плановыми показателями, отражающими энергетическую политику организации.

Для выполнения обозначенных выше функций рационально использовать программно-целевой метод, который состоит в проведении связанного по целям, задачам, ресурсам и срокам комплекса мероприятий [9]. В связи с этим предлагается

формализовать процесс создания и реализации Программ на основе алгоритма, учитывающего опыт их разработки на уровнях региона, муниципалитета, отрасли, отдельных предприятий и организаций (рис. 1) [6, 8].

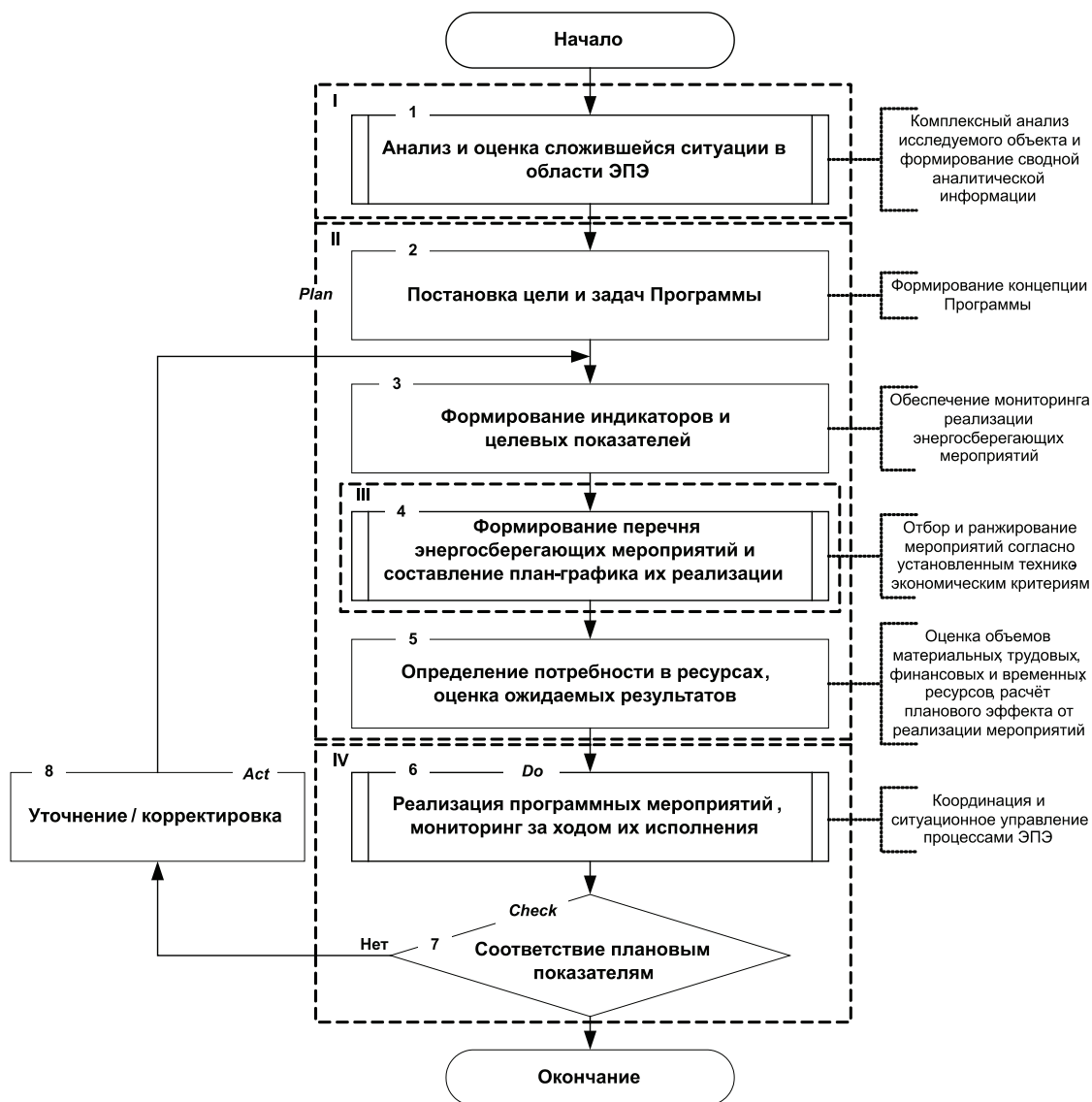


Рис. 1. Системный алгоритм разработки и реализации Программ на основе PDCA-подхода:
 I – подготовка аналитических данных для формирования Программы; II – разработка и согласование Программы; III – выбор оптимальных мероприятий на основе многокритериального ранжирования; IV – реализация энергосберегающих мероприятий и контроль их эффективности

Отправной точкой создания Программы является анализ и оценка сложившейся ситуации в области ЭПЭ исследуемого объекта (организации, предприятия, отрасли, города, региона) (блок № 1). Данный этап представляет собой подготовку по результатам энергетического аудита сводных аналитических данных, количественно и качественно отражающих состояние объ-

екта, перечень ключевых проблем, анализ причин их возникновения и предварительные варианты решения конкретных задач в области ЭПЭ с их обоснованием (рис. 2). С этой целью:

1) анализируются объемы текущего потребления ТЭР для оценки фактического уровня энергоэффективности объекта, составляется топливно-энергетический ба-

ланс, позволяющий дать статическую характеристику работы энергетической системы за определенный интервал времени [7];

2) оценивается функционирование основных энергосистем объекта (рис. 2) для поиска значимых участков нерационального расхода ТЭР, существенно влияющих на итоговый уровень его энергоэффективности, а также предварительной оценки мер (организационных, технических) устранения обнаруженных недостатков;

3) осуществляется систематизация и анализ действующей нормативно-правовой документации;

4) выполняется оценка потенциала энергосбережения как основа для выбора и формирования индикаторов и целевых показателей энергоэффективности, а также прогнозирования их значений. Данная оценка ориентирована на анализ возможных информационных, организационных и технических мер повышения энергетической эффективности и может быть осуществлена на основе аппроксимации значений функции потребления ТЭР от объемов производства продукции с определением точки минимального относительного потребления.

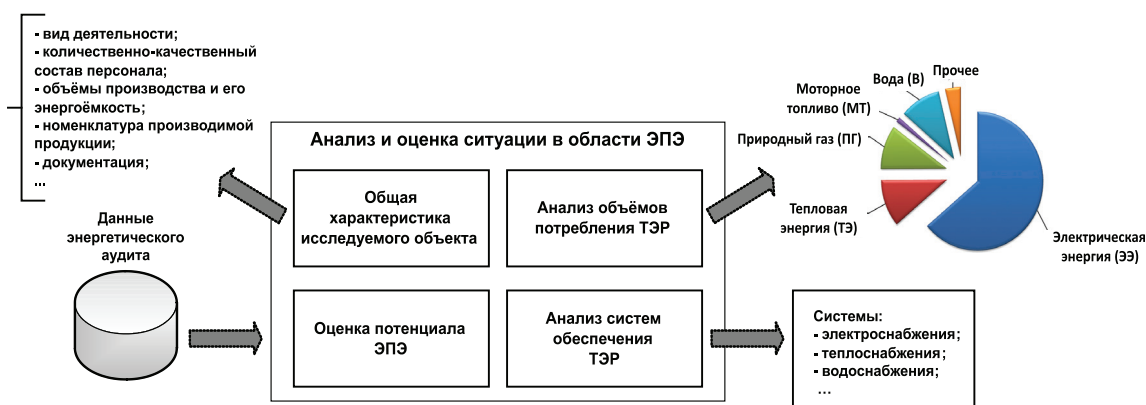


Рис. 2. Механизм формирования аналитической информации для разработки Программ

На основе полученной сводной информации формируется концепция Программы (блок № 2), определяющая её общую направленность, цели и частные задачи, которые необходимо решить в процессе её реализации. Концепт Программы является базисом для выбора и построения системы индикаторов и целевых показателей (ЦП) энергоэффективности (блок № 3), обеспечивающих мониторинг выполнения энергосберегающих мероприятий и сгруппированных по потенциальным направлениям реализации Программы [8]. Цели, задачи и ЦП должны быть сформулированы с учётом требований нормативно-правовой базы и специфики исследуемого энергетического объекта.

На следующем этапе разработки (блок № 4) Программ определяются перечень организационных, технических и технологических мероприятий в области ЭПЭ, а также план-график и механизм их реализации. Мероприятия группируются по заранее выбранному признаку (по системам энергообеспечения, по отдельным видам ТЭР, по выполняемым функциям и т.д.), что обеспечивает решение частных задач в рамках общей цели Программы. При этом анализируются объёмы и источники требуемых для

проведения мероприятий ресурсов (материальных, трудовых, финансовых, временных), а также проводится предварительная технико-экономическая оценка их эффективности (блок № 5). При формировании комплекса мероприятий осуществляется не только их первичный отбор, но и ранжирование согласно установленным технико-экономическим критериям [7]. Для этого могут быть использованы различные методы многокритериальной оптимизации [1, 10].

Описанные блоки № 1–5 формализуют процедуры разработки, согласования и утверждения Программы.

Далее (блок № 6, № 7) осуществляется реализация программных мероприятий, которая включает в себя следующие основные этапы:

- 1) выполнение программных мероприятий;
- 2) мониторинг проведения энергосберегающих мероприятий;
- 3) коллегиальное обсуждение достигнутых результатов;
- 4) формирование отчётности о ходе реализации Программы.

Первый этап связан с реализацией конкретных энергосберегающих мероприятий в установленные Программой сроки

и с привлечением для этого необходимых денежных ресурсов (бюджетных и внебюджетных), то есть конкретных источников финансирования.

Второй этап заключается в обеспечении (через запланированные интервалы времени) мониторинга, аккумулирования и анализа ключевых характеристик в области ЭПЭ, которые в конечном итоге определяют энергетическую результативность.

В целях мониторинга могут быть использованы автоматизированные системы сбора, обработки и анализа данных [3, 4]. Весьма перспективным является создание специализированных ситуационных центров (на уровне предприятия, города и т.д.), которые будут решать конкретные задачи анализа информации, координирования участников и выработки рекомендаций относительно дальнейшей стратегии ЭПЭ.

Второй и третий этапы также связаны с подготовкой оперативной информации, принятием конкретных решений (выработкой управляющих воздействий в отношении объектов энергосбережения) и внесением изменений в Программу в соответствии с результатами оценки эффективности её реализации, их сопоставления с плановыми показателями (блок № 7), либо с учётом внешних и внутренних факторов, влияющих на процесс ЭПЭ (недостаток финансирования, технологических и трудовых мощностей, сезонность работ и т.д.). При этом возможна модификация самой целевой функции Программы, её ключевых показателей, объёмов и источников финансирования, сроков выполнения и т.д. (блок № 8). Кроме того, подобная корректировка осуществляется после каждого планового периода реализации (обычно раз в год), что позволяет обеспечить положительную динамику процесса ЭПЭ и постоянную адаптацию Программы к изменяющимся условиям.

В случае необходимости данные о ходе реализации Программы, полученных результатах в области энергосбережения и перспективах повышения энергетической эффективности закрепляются документально. При этом информация имеет различный характер, временной срез и уровень консолидации, определяемые требованиями конкретных пользователей (руководство, государственная информационная система в области ЭПЭ, органы исполнительной власти и др.).

Заключение

Практическая важность предложенного системного подхода к повышению эффективности процессов энергосбере-

жения заключается в возможности учёта и анализа максимально полной информации об исследуемых объектах генерации, распределения и потребления ТЭР при формировании и реализации комплекса энергосберегающих мероприятий. Это во многом обеспечивается за счёт заложенного в алгоритме формирования и реализации Программ механизма мониторинга и корректировки индикаторов и ЦП, позволяющего выявить и учесть тенденции к снижению энергоэффективности при разработке и планировании превентивных мероприятий и обеспечить выполнение принципов «дорожной карты» [6, 8]. На уровне региона, муниципалитета или отдельной отрасли на основе индикаторов и ЦП может быть проведён сравнительный анализ и ранжирование отдельных групп однотипных энергетических объектов (компаний в одной отрасли, городов, регионов и т.д.) по критериям энергоэффективности с целью анализа лучших практик её повышения и расстановки приоритетов их использования.

Список литературы

1. Бочкарев С.В., Елтышев Д.К. Методика принятия оптимальных решений при ремонте высоковольтного электротехнического оборудования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С. 142–146.
2. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учеб. / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под общ. ред. Н.И. Данилова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург: Издательский дом «Автограф», 2010. – 528 с.
3. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 15–20.
4. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.
5. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Комплекс «Энергооптимизатор» // Электротехника. – 2010. – № 6. – С. 49а–54.
6. Повышение энергетической эффективности Пермского национального исследовательского политехнического университета / А.В. Ромодин и [др.] // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике: материалы I Междунар. (VI Всерос.) науч.-техн. интернет-конф., г. Пермь, 1–30 ноября 2012 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – С. 49–58.
7. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / под общ. ред. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. – М.: Изд-во ЗАО «Технопромстрой», 2006. – 668 с.
8. Разработка муниципальной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности города Перми на период 2011–2015 гг.»: Отчет о НИР (заключительный) / Перм. нац. исслед. политех. ун-т (ПНИПУ); Руководитель А.В. Ромодин; № ГР 01201157370; Инв. № 02201262367. – Пермь, 2012. – 348 с.
9. Райзберг Б.А., Лобко А.Г. Программно-целевое планирование и управление: учеб. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 428 с.

10. Хорошев Н.И., Казанцев В.П. Применение правил нечеткой логики при эксплуатации электротехнического оборудования // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 59–64.

11. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 p.

References

1. Bochkarev S.V., Eltyshov D.K. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja – Scientific and technical gazette of the Volga region*, 2012, no 6, pp. 142–146.

2. Danilov N.I., Shhelokov Ja.M. *Osnovy jenergosberezhenija* [Basics of energy saving]: ucheb. 2-e izd., dop. i pererab.; pod obshh. red. N.I. Danilova. Yekaterinburg, Publishing House «Autograph», 2010, 528 p.

3. Kychkin A.V. *Avtomatizacija i sovremennye tehnologii – Automation and modern technology*, 2009, no 1, pp. 15–20.

4. Kychkin A.V., Khoroshev N.I., Eltyshov D.K. *Jenergobezopasnost' i jenergosberezhenie – Science and practice in energetic*, 2013, no. 5, pp. 12–17.

5. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2010, no. 6, pp. 49a–54.

6. Romodin A.V., Kuharchuk A.V., Lejzgold D.Ju., Kalinin I.S. *Materialy I Mezhdunarodnoj (VI Vserossijskoj) nauchno-tehnicheskoi internet-konferencii «Jenergetika. Innovacionnye napravlenija v jenergetike. CALS-tehnologii v jenergetiki»* (Materials 1th International (6th All-Russian) scientific and technical online conference «Energy. Innovative trends in the energy sector. CALS-technologies in energy»), Perm, Perm state national research university publishing, 2012, pp. 49–58.

7. Danilov O.L., Kostjuchenko P.A. *Prakticheskoe posobie po vyboru i razrabotke jenergosberegajushhih projektov*

[A practical tool for selection and development of energy-saving projects]. Moscow: Publ. CJSC «Tehnopromstroj», 2006, 668 p.

8. Razrabotka municipal'noj programmy «Jenergosberezhenie i povyshenie jenergeticheskoi jeffektivnosti goroda Permi na period 2011–2015 gg.»: Otchet o NIR (zakljuchitel'nyj) / Perm. nac. issled. politeh. un-t (PNIPU); Rukovoditel' A.V. Romodin; № GR 01201157370; Inv. no. 02201262367. Perm, 2012, 348 p.

9. Rajzberg B.A., Lobko A.G. *Programmno-celevoe planirovanie i upravlenie* [Software-oriented planning and management]. Moscow, INFRA-M, 2002, 428 p.

10. Khoroshev N.I., Kazancev V.P. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 59–64.

11. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 p.

Рецензенты:

Кавалеров Б.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 21.03.2014.