

*Шафоростова Е.Н., канд. пед. наук, доц.,
Михайлюк Е.А., канд. физ.-мат. наук,
Ковтун Н.И., ст. препод.,
Лазарева Т.И., ст. препод.*

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технического университета МИСиС*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

shpe-misis@yandex.ru

В данной работе предлагается проект создания информационной системы, позволяющей автоматизировать процесс формирования плана ресурсосбережения на основе текущих данных о расходе ресурсов с учетом экономических и производственных показателей, а так же экологических эффектов от проведенных и намеченных на перспективу мероприятий. Разрабатываемая система направлена на повышение эффективности ресурсопотребления в долгосрочном периоде, получение информации о текущем расходе конкретного вида ресурса с целью дальнейшей обработки полученных данных и выявления узких мест в потреблении, а так же выработки рекомендаций по устранению проблемных участков. Задача многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий на основе метода аддитивной свертки критериев заключается в разработке плана по учету ресурсосберегающих мероприятий, их ранжировании и отбора в соответствии с установленными критериями. На основе данного метода проектируется база данных, позволяющая выдавать взвешенное решение, основываясь на потребностях всего предприятия, а не отдельных его подразделений.

***Ключевые слова:** автоматизированная система управления энергохозяйством, ресурсосберегающие мероприятия, метод аддитивной свертки критериев.*

Введение. В процессе хозяйственной деятельности ресурсы предприятия занимают одно из центральных мест, поэтому вопрос ресурсосбережения и определения оптимального соотношения ресурсов на предприятии очень актуален в настоящее время. В настоящий момент для решения производственных задач в АО «ОЭМК» используется АСУ «Энерго» (система управления энергохозяйством комбината) и АС «Энергоучет» (система учета энергоресурсов комбината), АИИСКУЭ (система коммерческого учета электроэнергии). Автоматизированная система управления энергохозяйством АО «ОЭМК» ставит целью обеспечить повышение эффективности управления ресурсохозяйством комбината, охватывая следующие подсистемы: газоснабжения, водоснабжения, пароснабжения, теплоснабжения, воздухоснабжения, кислородо-азото-аргоно-снабжения, защиты атмосферы. Для этого система осуществляет в режиме реального времени сбор информации от рассредоточенных энергообъектов АО «ОЭМК» [1].

В настоящее время актуальным вопросом является разработка комплексной системы автоматизации процесса формирования плана ресурсосбережения на основе текущих данных о расходе ресурсов с учетом экономических и производственных показателей, а так же экологических эффектов от проведенных и намеченных на перспективу мероприятий. Разрабатываемая система направлена на повышение эффективности ресурсопотребления в долгосрочном периоде,

получение информации о текущем расходе конкретного вида ресурса с целью дальнейшей обработки полученных данных и выявления узких мест в потреблении, а так же выработки рекомендаций по устранению проблемных участков. На сегодняшний день на предприятии планирование мероприятий по экономии потребления ресурсов осуществляется на основе анализа оборудования специалистами цехов, при этом учитываются только экономические и технические аспекты и зачастую не берутся в расчет экологические, технологические и др. аспекты. Эти предложения рассматриваются специалистами управления главного энергетика предприятия, затем перенаправляются для согласования в плановый отдел. При такой организации работы нет взаимосвязи между специалистами различных цехов. Инженеры принимают решения, основываясь только на собственных знаниях и предпочтениях [2]. Опыт различных специалистов в вопросах ресурсосбережения необходимо аккумулировать в единой системе, которая позволит автоматизировать процесс принятия решений по всем направлениям деятельности предприятия.

Создание системы поддержки принятия решения с элементами экспертного анализа является актуальной мерой использования имеющихся данных для анализа, выявления узких мест и составления программы ресурсосбережения. В современных условиях важным становится не только учет, но и анализ расхода ресурсов

АО «ОЭМК» [9, 10].

Методика. С целью оказания информационной поддержки специалистам-энергетикам и начальникам подразделений в процессе формирования программы мероприятий по ресурсосбережению предлагается комплексная система, автоматизирующая процесс разработки графика ресурсосберегающих мероприятий на основе текущих данных о расходах ресурсов, экономических, производственных и экологических эффектов от проведенных и намеченных мероприятий для дальнейшего прогнозирования ресурсопотребления на перспективу. Система, по своей сути, должна представлять собой систему поддержки принятия решений (СППР) с элементами экспертного анализа [3, 4].

Разработка плана по ресурсосбережению предусматривает решение задач учета ресурсосберегающих мероприятий, их ранжирования и отбора в соответствии с установленными критериями. Для решения задачи многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий предлагается использовать метод аддитивной свертки критериев [7, 12]:

- n – количество ресурсосберегающих мероприятий;
- i – вид ресурсосберегающего мероприятия $i=1..n$;
- m – количество критериев;
- j – вид критерия $j=1..m$;
- q_j – значение j критерия;
- L – количество экспертов;
- k – номер эксперта $k=1..L$;
- a_{ij}^k – оценка, выставленная k экспертом i -му ресурсосберегающему мероприятию по j критерию. Каждому ресурсосберегающему мероприятию группа экспертов присваивает оценку важности относительно каждого критерия по пятибалльной шкале (табл. 1) [6]:
- 5 – ресурсосберегающее мероприятие дает максимальный эффект;
- 4 – ресурсосберегающее мероприятие дает хороший эффект;
- 3 – ресурсосберегающее мероприятие дает обычный эффект;
- 2 – частичный эффект от ресурсосберегающего мероприятия;
- 1 – нет эффекта ресурсосберегающего мероприятия.

Таблица 1

Пример экспертного опроса

Мероприятия(i)	Критерии(j)		
	Экономическая эффективность	Экономическая эффективность	Влияние на окружающую среду
Мероприятие1	5	5	5
Мероприятие2	4	4	4
Мероприятие3	5	4	3
Мероприятие4	5	3	3

Проведем аддитивную свертку каждой матрицы оценок, заполненных экспертами. На первом шаге необходимо провести нормировку критериев каждого ресурсосберегающего мероприятия:

$$a_{\text{норм } ij}^k = \frac{a_{ij}^k - a_{\text{min } j}^k}{a_{\text{max } j}^k - a_{\text{min } j}^k}, \quad (1)$$

где $a_{\text{min } j}^k$ и $a_{\text{max } j}^k$ – соответственно минимальная и максимальная оценки k -мнения эксперта ресурсосберегающих мероприятий по j -му критерию [2, 15].

Далее каждому критерию пользователь ССПР или эксперт присваивает значение из интервала (0..1], такое, что:

$$\sum_{j=1}^m q_j = 1 \quad (2)$$

Значение весового коэффициента w_i^k для каждого ресурсосберегающего мероприятия для

k -го мнения эксперта рассчитывается по формуле:

$$w_i^k = \sum_{j=1}^m a_{\text{норм } ij}^k * q_j \quad (3)$$

Для оценки согласованности экспертов необходимо рассчитать коэффициент конкордации D:

$$D = \frac{12S}{L^2(n^3 - n)}, \quad (4)$$

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{k=1}^L w_i^k - \frac{1}{2}L(n + 1))^2 \quad (5)$$

Коэффициент конкордации позволяет судить о степени согласованности мнений экспертов. Если $D = 1$ – полная согласованность мнений экспертов, а если $D = 0$ – полная несогласованность. Традиционно коэффициент конкордации менее 0,75 свидетельствует о недостаточной согласованности мнений экспертной группы, чтобы по результатам опроса можно было принять достоверное решение. Если мнения экспертов несогласованны, то необходимо провести анализ

причины несогласованности, возможно, исключить или заменить некомпетентного эксперта и повторить процедуру опроса экспертов. Итоговый вектор весовых коэффициентов рассчитывается как среднее геометрическое всех значений весовых коэффициентов:

$$w_{\text{усредненное } i} = \sqrt[L]{\prod_{k=1}^L w_i^k} \quad (6)$$

Проектирование системы. Алгоритм работы разрабатываемой информационной системы

с учетом многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий на основе метода аддитивной свертки критериев для построения графика ресурсосберегающих мероприятий представлен на рисунке 1. Разрабатываемая система предназначена для оказания информационной поддержки по выбору ресурсосберегающих мероприятий для специалистов-энергетиков, а так же начальников цехов и подразделений [5, 8].

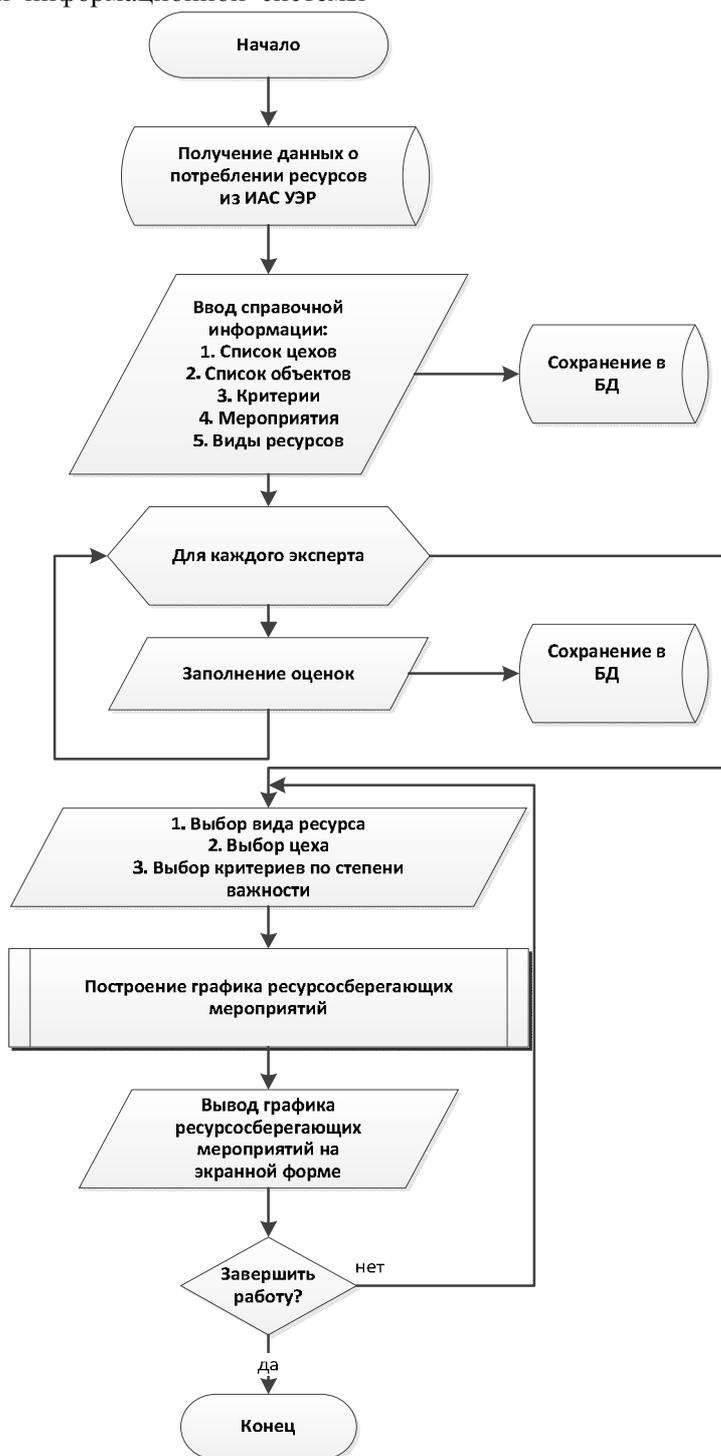


Рис. 1. Алгоритм работы СППР для построения графика ресурсосберегающих мероприятий

Для практической реализации поставленной задачи было принято решение об использовании программного продукта Microsoft Visual Studio в качестве инструмента разработки системы. В качестве СУБД использована Microsoft SQL SERVER [11, 13].

Разрабатываемая в ходе проектирования ин-

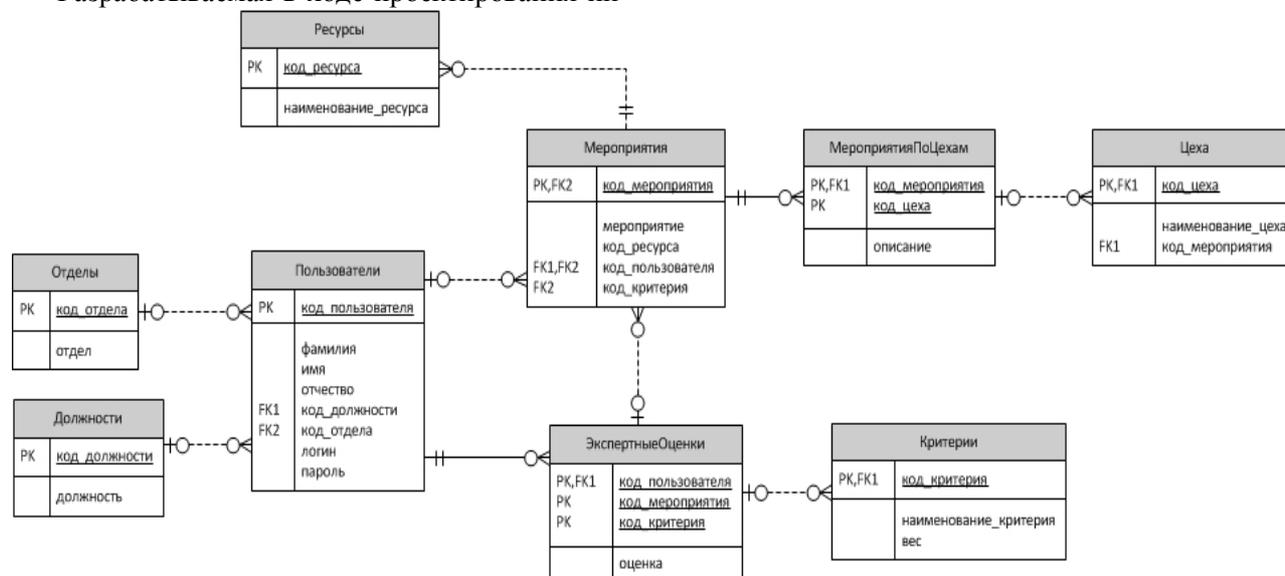


Рис. 2. Даталогическая модель данных

Выводы. Таким образом, разрабатываемая информационная система позволит выдавать взвешенное решение, основываясь на потребностях всего предприятия, а не отдельных его подразделений. При этом мероприятия ранжируются в соответствии с их важностью для предприятия в целом, что позволит планировать процесс их выполнения на несколько месяцев и даже лет. Применение системы позволит разрабатывать сценарии обхода узких мест, предвидеть возникновение проблемных ситуаций (причем в ходе анализа может быть выработано не одно, а несколько альтернативных решений проблемы), выбирать наиболее рациональные экономические, технические и экологические решения, самостоятельно разрабатывать и внедрять на предприятии программы экономии ресурсов [14].

Важнейшим в обосновании работы системы является анализ не только экономической составляющей ресурсосбережения, но и экологических факторов, факторов охраны труда на предприятии за счет анализа применения современных средств и материалов. Отобранные системой мероприятия будут рекомендованы для использования их при планировании ресурсосберегающей политики АО «ОЭМК».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алатцев В.И., Левин С.Б., Николашин В.М и др. Логистические транспортно-грузовые

формационной системы модель базы данных задачи выбора оптимальных мероприятий по ресурсосбережению состоит из девяти таблиц и представлена на рисунке 2, направлена на сбор, хранение и анализ информации по ресурсосберегающим мероприятиям предприятия.

системы: Учебник для студ. высш. учеб. Заведений. Под ред. В.М. Николашина. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 304 с.

2. Андрижиевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. Пособие. 2-е изд., испр. Мн.: Высш. шк., 2011. 294 с.

3. Брага В.В., Н.Г. Бубнова. Автоматизированные информационные технологии. М.: Компьютер: ЮНИТИ, 2010. 394 с.

4. Диго С. М. Проектирование и использование баз данных: Учебник. М.: Финансы и статистика, 2012.

5. Долженко А.И. Управление информационными системами: учебник / М.: Интул, 2010. 191 с.

6. Карданская Н.Л. Принятие управленческого решения: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 2009. 407 с.

7. Катулев А.Н., Северцев Н.А. Математические методы в системах поддержки принятия решений. Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2005. 311 с.

8. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. В семи разделах. Под общей редакцией д.т.н. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. М.: 2006. 668 с.

9. Рей Д. Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-технических работников. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 2009. 208 с.

10. Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса. Учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Высш. шк., 2007. 416 с.

11. Семенов М. И., Трубилин И. Т., Лойко В. И., Барановская Т. П. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник/ Под общ. ред. И. Т. Трубилина. М.: Финансы и статистика, 2014. 416 с.

12. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. Учебник. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. 352 с.

13. Смирнова Г. Н., Сорокин А. А., Тельнов

Ю. Ф. Проектирование экономических информационных систем: Учебник. Под ред. Ю. Ф. Тельнова. М.: Финансы и статистика, 2013. 512 с.

14. Титоренко Г.А. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник. М.: ЮНИТИ, 2010. 399 с.

15. Эйтингон В.Н., Кравец М.А., Панкратова Н.П. Методы организации экспертизы и обработки экспертных решений в менеджменте: учебно-методическое пособие. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. Ун-та, 2011. 43 с.

Shaforostova E. N., Mikhailyuk E. A., Kovtun N. I., Lazareva T.I.

DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM AND AUTOMATION OF PROCESS PLANNING RESOURCE

In this paper we propose the project of creating an information system allowing to automate the process of forming a plan resource based on the current data on the consumption of resources, taking into account economic and production indicators, as well as environmental effects of the conducted and planned for the future events. The developed system is aimed at improving the effectiveness of resource use in the long term, obtaining information about the current consumption of a particular resource for the purpose of further processing the data and identify bottlenecks in consumption, and to develop recommendations for addressing problem areas. The problem of multi-choice resource-saving activities based on the method of additive convolution of criteria is to develop a plan for accounting for resource saving measures, their ranking and selection in accordance with established criteria. Based on this method designed database in order to issue an informed decision based on the needs of the entire enterprise, not individual departments.

Key words: *automated system of energy management, resource saving measures, the method of additive convolution of criteria.*

Шафоростова Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Михайлюк Екатерина Андреевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Ковтун Нелли Игоревна, старший преподаватель кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Лазарева Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru