

С. А. Королев, кандидат физико-математических наук, доцент;
А. С. Краснов, ведущий инженер-программист;
А. С. Сайранов, аспирант;
Р. Ю. Кривенков, аспирант

Ижевский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ»*

Впервые разработана информационно-аналитическая система «Топливоснабжение Удмуртской Республики», которая представляет собой программный комплекс, включающий электронную карту, базу данных по основным объектам системы теплоснабжения, топливоснабжения и инфраструктуры региона. Расчетный блок программного комплекса включает экономический анализ реализации отдельных мероприятий программы и всей программы в целом, а также методики расчета себестоимости производства топлива из местных возобновляемых источников энергии и тепловой энергии, полученной на их основе. В информационно-аналитической системе реализованы математические модели и алгоритмы решения задачи топливоснабжения региональной распределенной системы теплоснабжения на основе местных возобновляемых топливно-энергетических ресурсов. Программный комплекс предназначен также для решения задач индикативного управления ходом реализации программы и предусматривает возможность мониторинга параметров системы теплоснабжения региона и оценки ее надежности как по районам, так и всего региона в целом.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, электронная карта, база данных, источники энергии, теплоснабжение, топливоснабжение, мониторинг, целевые индикаторы, логистика

В связи с возникшей проблемой сокращения запасов природных ресурсов особую актуальность приобрела задача обеспечения региональной энергетической безопасности. Разрабатываются новые эффективные технологии получения топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), для реализации которых требуется решение задачи топливоснабжения системы распределенного теплоснабжения.

Для информационной поддержки проекта, разработанного в [1], создана информационно-аналитическая система «Топливоснабжение Удмуртской Республики».

Информационно-аналитические системы (ИАС) – это особый класс информационных систем, предназначенных для аналитической обработки больших объемов данных. В настоящее время данный класс систем является одним из наиболее востребованных на рынке программного обеспечения, что связано с глобальным процессом автоматизации информационной деятельности целевых отраслей [2].

Разработанная ИАС представляет собой программный комплекс, включающий в себя семь основных блоков (рис. 1):

- 1) электронную карту Удмуртской Республики (УР);
- 2) базу данных по теплоисточникам и пунктам подготовки ТЭР;
- 3) мониторинг распределенной системы теплоснабжения региона;
- 4) методики расчета себестоимости производства ТЭР и тепловой энергии;
- 5) алгоритмы расчета индикаторов оценки эффективности программы;
- 6) экономический анализ реализации программы;
- 7) логистику топливоснабжения региона.

© Королев С. А., Краснов А. С., Сайранов А. С., Кривенков Р. Ю., 2010

* Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы по направлениям «Новые и возобновляемые источники энергии» и «Производство топлив и энергии из органического сырья».

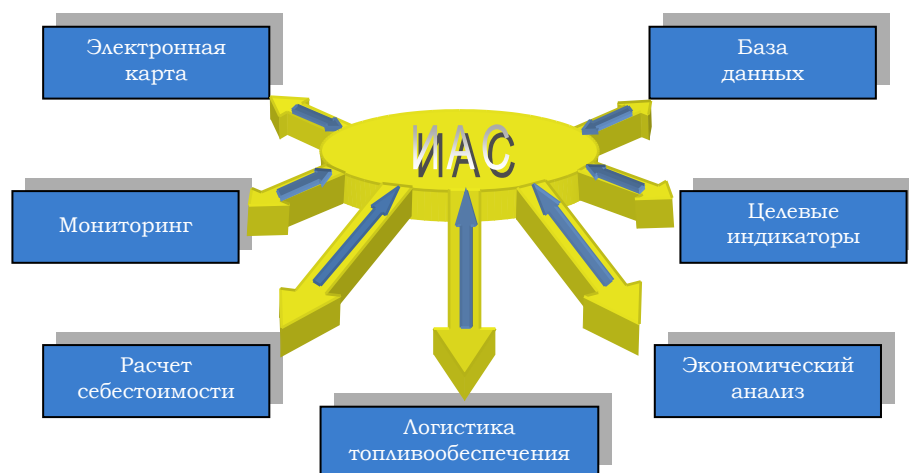


Рис. 1. Структура информационно-аналитической системы

В ИАС реализованы математические модели и алгоритмы решения задачи топливоснабжения региональной распределенной системы теплоснабжения на основе местных возобновляемых ТЭР. Программный комплекс предусматривает возможность мониторинга параметров системы теплоснабжения региона и анализ ее элементов как в разрезе районов, так и по всей республике в целом.

Основные функции ИАС:

- 1) работа с электронной картой УР: отображение, редактирование пространственных данных;
- 2) работа с базой данных: отображение, редактирование и добавление новой информации, анализ существующей информации;
- 3) привязка информации к пространственным данным: отображение технической информации о населенных пунктах, находящихся в них теплоисточниках и пунктах подготовки ТЭР;
- 4) сравнительный анализ тарифов на тепловую энергию различных теплоисточников и в среднем по районам;
- 5) оценка надежности распределенной системы теплоснабжения региона;
- 6) расчет себестоимости производства ТЭР и тепловой энергии;
- 7) экономический анализ хода реализации программы;
- 8) оценка эффективности реализации программы;
- 9) решение задачи оптимального топливоснабжения региона.

ИАС предоставляет пользователю широкий спектр возможностей для анализа состояния системы теплоснабжения и топливоснабжения УР. Настройки параметров расчетов и отображения информации дают возможность гибко подстраивать систему под решение конкретных задач.

Основные возможности ИАС:

- 1) анализ и согласование потребностей теплоисточников и потенциала возобновляемых источников ТЭР;
- 2) анализ целесообразности перевода теплоисточников на альтернативные виды топлива;
- 3) мониторинг надежности теплоисточников и тарифов на тепловую энергию;

- 4) расчет себестоимости производства ТЭР и тепловой энергии для каждого теплоисточника;
- 5) экономический анализ перспектив использования местных ТЭР и эффективности реализации мероприятий программы;
- 6) построение оптимальной схемы расположения пунктов подготовки топлива для распределенной системы теплоснабжения;
- 7) построение схемы движения ТЭР от пунктов их подготовки до теплоисточников;
- 8) оптимальное управление запасами топливно-энергетических ресурсов;
- 9) визуальное отображение результатов анализа.

Информационно-аналитическая система отображает электронную карту путем интеграции с геоинформационной системой (ГИС) MapInfo 10.1 [3]. Целью создания карты является возможность отображения схематичной графической информации об объектах региона и визуального анализа имеющихся данных, как по районам, так и в целом по республике. Электронная карта представляет собой топологическую основу, на которую нанесены объекты инфраструктуры региона и элементы системы теплоснабжения и топливоснабжения. Для удобства работы с картой все графические объекты разделены по тематическим слоям. Это позволяет гибко настраивать отображение карты для решения различных задач и не загромождать ее лишней информацией. Главное окно информационно-аналитической системы отображает электронную карту УР в соответствии с настройками, выбранными в окне работы со слоями.

Электронная карта Удмуртии включает следующие слои (рис. 2):

- ☐ районы;
- ☐ населенные пункты;
- ☐ предприятия лесозаготовки и деревопереработки;
- ☐ предприятия животноводства;
- ☐ пункты накопления отходов;
- ☐ пункты подготовки топлива;
- ☐ теплоисточники;
- ☐ газопроводы;
- ☐ автодороги;
- ☐ маршруты перевозки древесных отходов;
- ☐ маршруты перевозки ТЭР из древесных отходов.

В ИАС возможен просмотр информации по различным объектам, нанесенным на электронную карту. При выборе интересующей пиктограммы на панели информации в окне программного комплекса отображаются основные характеристики данного объекта, хранящиеся в базе данных.

Например, выбрав пиктограмму теплоисточника, можно получить информацию о его месторасположении, виде используемого топлива, годовых потребностях в ТЭР, мощности и нагрузке, а также, если планируется перевести данную котельную на местный вид топлива, об инвестициях на реконструкцию и краткую информацию о поставщике альтернативного топлива (рис. 3).

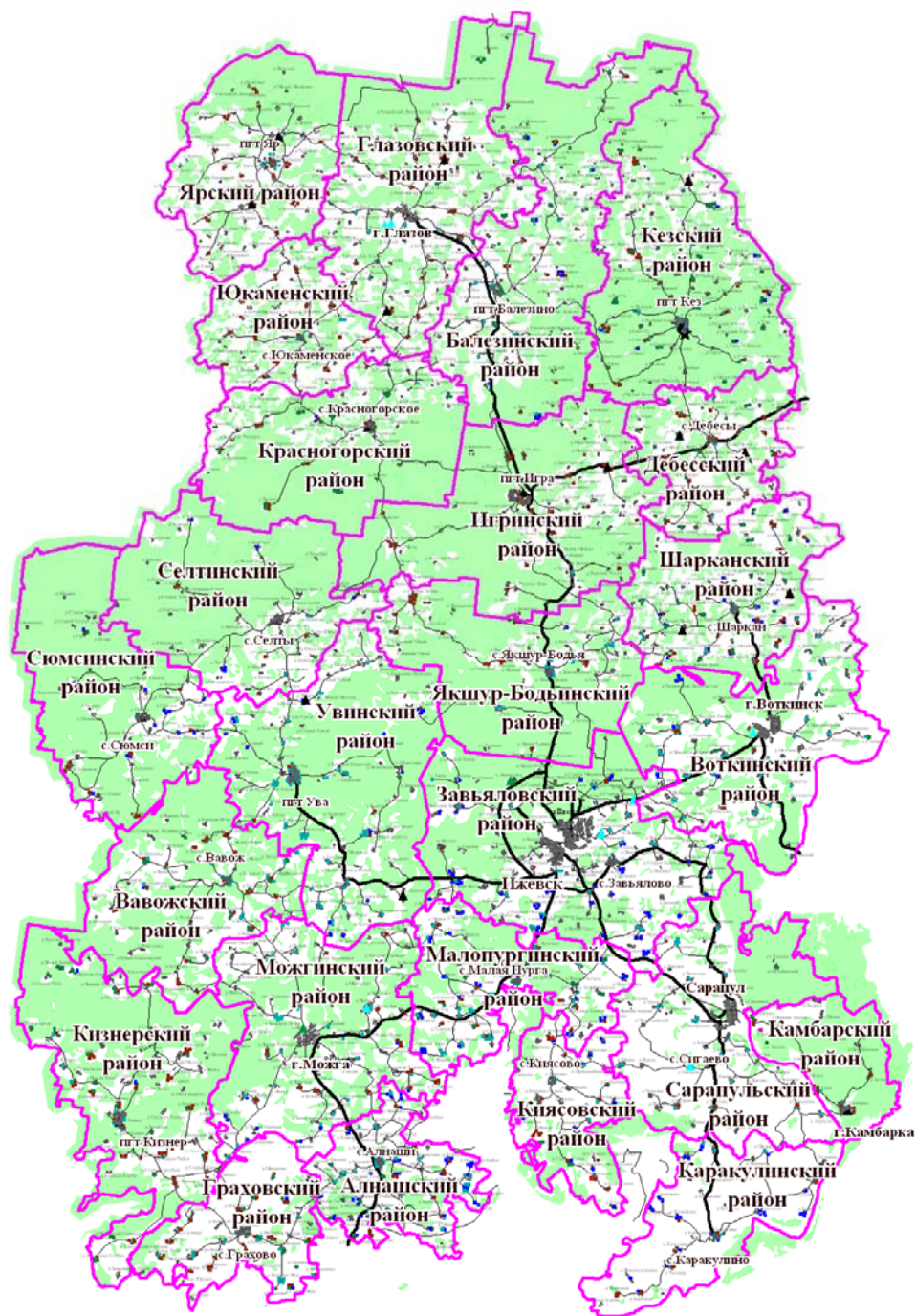


Рис. 2. Электронная карта Удмуртской Республики

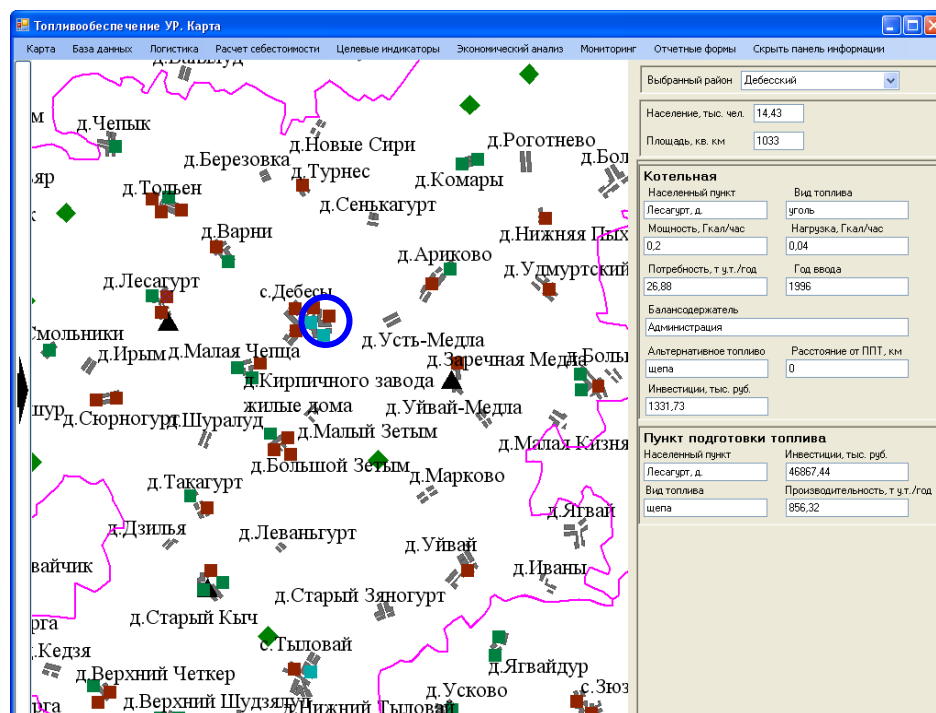


Рис. 3. Отображение информации о теплоисточнике на электронной карте Удмуртской Республики

База данных теплоисточников и пунктов подготовки отходов разработана на СУБД Microsoft SQL Server 2005 [4]. Целью создания базы данных является сбор и хранение информации о теплоисточниках, ПНО, ППТ, биокомплексах и переоборудуемых котельных, а также их характеристиках. База данных включает девять основных таблиц, семь справочных и десять таблиц с дополнительной информацией. В основных таблицах хранятся используемые для анализа данные:

1. «Основные характеристики районов УР».
2. «Населенные пункты УР».
3. «Автодороги».
4. «Предприятия УР».
5. «Пункты подготовки топлива».
6. «Пункты накопления отходов».
7. «Биокомплексы».
8. «Теплоисточники УР».
9. «Котельное оборудование».

База данных содержит информацию о 1 470 котельных, 4 пеллетных заводах, 24 пунктах производства щепы и 16 биогазовых комплексах и др. Дополнительно в базе данных содержится информация о районах, населенных пунктах и дорогах УР.

Система мониторинга разработана для возможности оперативного отслеживания важных параметров объектов теплоснабжения и состояния котельных, значения которых должны быть известны в каждый период выполнения проекта (рис. 4).



Рис. 4. Схема организации системы мониторинга

В ИАС к отслеживаемым системой мониторинга параметрам относятся:

- тарифы на тепловую энергию котельных;
- техническая и эксплуатационная надежность котельных [5].

Мониторинг тарифов на тепловую энергию позволяет отслеживать эффективность выполнения программы по реконструкции системы теплоснабжения (рис. 5).

Мониторинг надежности котельных позволяет отслеживать и оценивать текущее состояние системы теплоснабжения с позиции технической и эксплуатационной надежности функционирования котельных и принимать решение о ремонте и замене оборудования котельных (рис. 6).

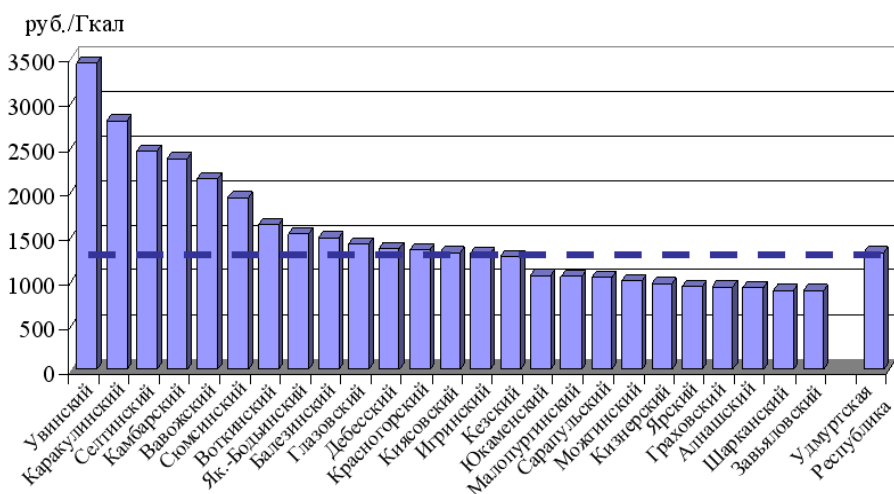


Рис. 5. Ранжированная диаграмма тарифов на отпускаемую тепловую энергию, производимую на котельных, работающих на угле, мазуте и электроэнергии по районам УР

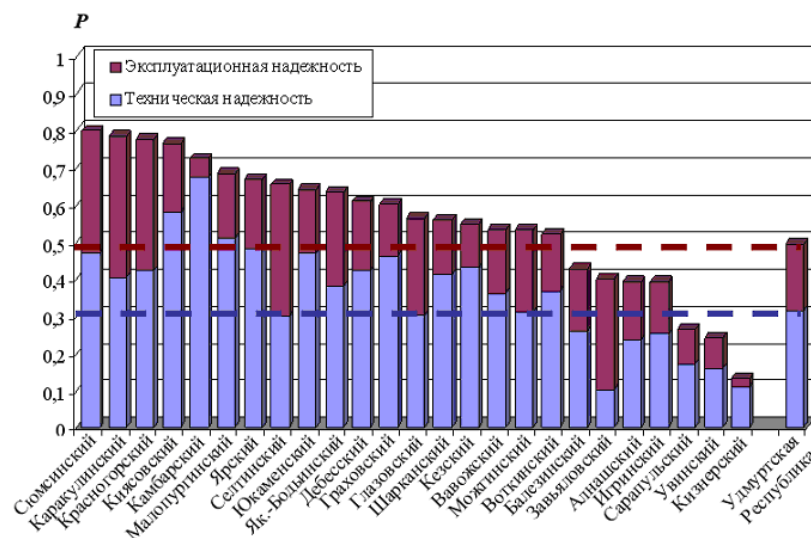


Рис. 6. Ранжированная диаграмма надежности котельных распределенной системы теплоснабжения по районам УР

ИАС включает в себя также методики расчета себестоимости производства ТЭР из местных возобновляемых источников энергии, методики расчета себестоимости тепловой энергии, полученной на их основе (щепа, пеллеты, брикеты, биогаз) и на основе традиционных видов топлива (природный газ, уголь, мазут, электроэнергия). С помощью данных методик программный комплекс позволяет рассчитать себестоимость производства местных ТЭР на каждом пункте подготовки топлива, а также стоимость производства тепловой энергии на каждой котельной.

На основе информации, хранящейся в базе данных, программный комплекс дает оценку объема инвестиций, необходимых для реализации каждого мероприятия и всей программы в целом. По результатам расчета себестоимости производства местных ТЭР и тепловой энергии информационно-аналитическая система проводит оценку экономической эффективности реализации различных мероприятий проекта для каждого объекта системы топливоснабжения, района Удмуртской Республики или региона в целом. Программный комплекс рассчитывает графики окупаемости мероприятий при различных способах финансирования, при этом учитывается взаимное влияние мероприятий при их комплексном проведении. В зависимости от способа финансирования и выбранных мероприятий ИАС строит календарный план реализации проекта.

Одной из основных целей создания информационно-аналитической системы является решение задачи логистики топливоснабжения региона. Задача логистики включает в себя определение количества и мест расположения пунктов накопления отходов и пунктов подготовки топлива, определение маршрутов доставки и объемов перевозки сырья и топлива, а также их периодичность, организацию работы склада теплоисточника и ППТ.

На основании расчетных данных программный комплекс определяет значения плановых целевых индикаторов на прогнозный период и сравнивает их с текущими фактическими значениями индикаторов.

На основании данных о зонах лесовырубки программный комплекс определяет количество и места расположения пунктов накопления отходов, исходя из минимизации затрат на транспортировку сырья. Аналогичным образом определяются количество и места расположения ППТ с учетом расположения теплоисточников и их потребностей в топливе. На основании полученных данных определяются оптимальные маршруты перевозки древесных отходов и топлива.

Список литературы

1. Разработка концепции топливообеспечения распределенной региональной системы теплоснабжения местными возобновляемыми видами топлива / И. Г. Русяк, В. К. Преснухин, К. В. Кетова и др. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2010. – № 5. – С. 14–20.
2. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии. – М. : Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
3. Гайдамакин Н. А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс : учеб. пособие. – М. : Гелиос АРБ, 2002. – 368 с.
4. Макленнен Д., Танг Ч., Криват Б. Microsoft SQL Server 2008 Data mining. Интеллектуальный анализ данных : пер. с англ. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 700 с.
5. Методика расчета надежности региональной распределенной системы теплоснабжения / В. К. Преснухин, И. В. Семакин, С. В. Осипов и др. // Вестн. ИжГТУ. – 2009. – № 4. – С. 169–172.

* * *

S. A. Korolev, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University

A. S. Krasnov, Software Engineer, Izhevsk State Technical University

A. S. Sayranov, Postgraduate, Izhevsk State Technical University

R. Yu. Krivenkov, Postgraduate, Izhevsk State Technical University

Development of Information an Analysis System “Fuel Supply of Udmurt Republic”

For the first time the information and analysis system “Fuel Supply of Udmurt Republic” was developed which is a software suite that includes an electronic map, a database of basic heat supply objects, fuel supply and infrastructure of the region. Calculation block of the software includes an economic analysis of individual program activities and the overall program, as well as methods of calculating the cost of producing fuel from local renewable energy and thermal energy sources received with use of the developed methods. The mathematical models and algorithms for solving the problem of the regional fuel supply distribution system for the heat supply based on local renewable energy resources were realized. The software package is also intended to solve problems of an indicative management of the program and provides monitoring of the heat supply system parameters and assess of its reliability, both in areas and in the region as a whole.

Keywords: information and analysis system, electronic map, database, sources of energy supply, fuel supply, monitoring, target indicators, logistics

Получено 08.11.10