

УДК 004.942, 519.876.2

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЕМ РЕГИОНА АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ВИДАМИ ТОПЛИВА

И. Г. Русяк,

доктор техн. наук, профессор

Е. В. Касаткина,

канд. физ.-мат. наук, доцент

А. С. Сайранов,

аспирант

Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова

Приводятся описание и структура информационно-аналитической системы управления, разработанной и используемой при переводе системы топливоснабжения региона на альтернативные виды топлива. Сформирована информационная модель, состоящая из взаимосвязанных блоков данных об объектах логистической системы топливоснабжения. В аналитической подсистеме реализован математический аппарат логистического управления и оценки рисков функционирования системы топливоснабжения. Информация о состоянии системы и результатах оптимального управления предоставляется с использованием геоинформационной подсистемы.

Ключевые слова — информационная модель, геоинформационная модель, аналитическая подсистема, логистическое управление, альтернативная энергетика.

Введение

В целях модернизации, технологического развития и повышения конкурентоспособности российской экономики определены восемь приоритетных направлений развития науки, технологии и техники [1]. Разработка концепции перевода системы топливоснабжения (СТС) на альтернативные, возобновляемые энергоресурсы охватывает такие вопросы, как энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика; рациональное природопользование; информационно-телекоммуникационные системы.

Одним из перспективных направлений развития альтернативной энергетике России является использование местных, возобновляемых энергоресурсов, таких как древесная щепа, пеллеты и брикеты. Анализ целесообразности использования данных видов топлива, проведенный на примере топливно-энергетического комплекса Удмуртской Республики [2], показал, что потенциал местных возобновляемых видов топлива достаточен для удовлетворения потребностей распределенной системы теплоснабжения региона.

Логистическая схема производства древесных видов топлива состоит из четырех уровней. Первый уровень составляют зоны лесовырубки. Здесь образуется древесное сырье, которое затем свозится на пункты накопления сырья (ПНС) — второй уровень, где подвергается первичной обработке. Основные технологические операции, связанные с производством щепы, осуществляются на третьем уровне — пунктах производства топлива, на которых первично переработанное древесное сырье сортируется, измельчается, проходит термическую обработку и упаковывается. Далее готовое топливо доставляется на теплоисточники региона — четвертый уровень логистической системы.

Информационно-аналитические системы (ИАС) как особый класс информационных систем, предназначенных для аналитической обработки больших объемов данных [3], в настоящее время являются наиболее востребованными на рынке программного обеспечения, что связано с глобальным процессом автоматизации информационной деятельности целевых отраслей. В целях информационной поддержки проекта перевода региональных СТС на возобновляемые энергоре-

сурса разработана ИАС управления топливоснабжением.

Представляемая ИАС позволяет оценить технологические, экономические, организационные и информационные аспекты состояния СТС и предложить оптимальный режим ее функционирования, обеспечивающий максимальный уровень обслуживания при минимальных затратах. К основным функциям ИАС относятся:

- 1) сбор и анализ первичной информации об объектах логистической системы;
- 2) оптимальное управление параметрами СТС;
- 3) анализ технических и эксплуатационных рисков функционирования СТС;
- 4) решение логистической задачи топливоснабжения, включающее в себя построение схемы размещения предприятий по производству древесных видов топлива, определение их производительности, маршрутов перевозки, объемов и периодичности поставок древесного сырья и топлива между различными уровнями логистической системы;
- 5) экономический анализ функционирования СТС региона альтернативными видами топлива;
- 6) представление результатов в виде графиков, таблиц, картограмм с использованием геоинформационной подсистемы.

Структура ИАС управления топливоснабжением включает в себя три основных блока (рис. 1).

Данные, поступающие с объектов системы топливоснабжения, собираются и анализируются

в информационной подсистеме, на их основании в аналитической подсистеме решаются задачи логистики. Результаты работы информационной и аналитической подсистем интегрируются в состав геоинформационной подсистемы представления результатов.

Информационная подсистема

Целью создания информационной подсистемы является сбор и хранение информации об объектах логистической СТС. По каждому объекту приводятся технические, экономические и географические характеристики, необходимые для построения оптимального управления системой в целом. Кроме того, информационная модель содержит базу данных (БД) объектов инфраструктуры региона, в которой хранится информация о населенных пунктах, связывающих их дорогах с указанием основных характеристик (например, протяженность, тип дорожного покрытия и т. д.).

Информационная модель ИАС управления топливоснабжением состоит из взаимосвязанных блоков данных, представляющих собой таблицы, разработанные по принципам нормализации данных. Структура информационной модели СТС представлена на рис. 2.

Добавление новых данных в информационную модель, редактирование существующих, а также настройка отображения информации для решения конкретных задач осуществляются с использованием языка SQL запросов.

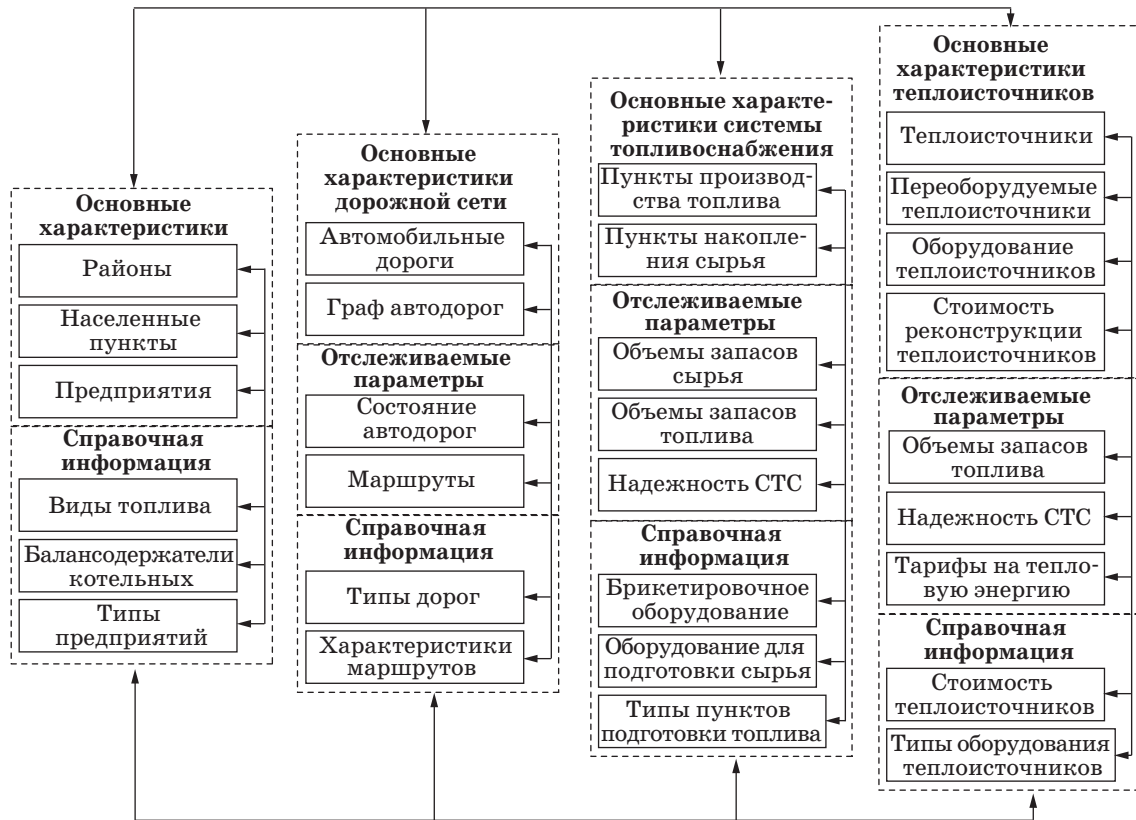
При работе с БД программный комплекс предусматривает возможность настройки отображения информации исходя из решаемых задач. Например, при работе с таблицей «Теплоисточники» можно отобразить котельные в определенном районе или населенном пункте; котельные, потребляющие определенный вид топлива. На полученные данные можно наложить ограничения по любому полю таблицы. Для удобства работы с БД предусмотрена возможность сортировки отображаемой информации по одному или нескольким полям таблицы. Пример работы с БД представлен на рис. 3.

Таким образом, разработанное приложение для управления БД объединяет разнородную информацию о технических и экономических показателях объектов СТС и инфраструктуры региона, районов и населенных пунктов республики в единую структуру. Возможности программы позволяют комплексно оценить состояние СТС каждого населенного пункта, района, республики или всего региона в целом.

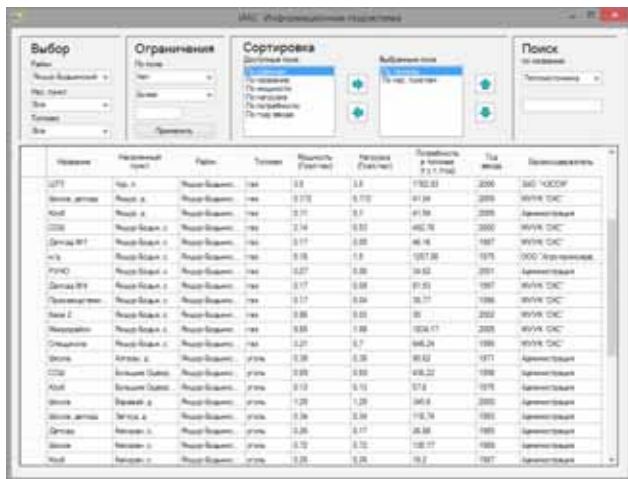
Для оперативного отслеживания и корректировки важных параметров объектов теплоснаб-



■ Рис. 1. Структура информационно-аналитической системы



■ Рис. 2. Структура информационной модели СТС



■ Рис. 3. Отображение информации о теплоисточниках



■ Рис. 4. Схема организации мониторинга СТС региона

жения и состояния теплоисточников реализован мониторинг объектов СТС, который представляет собой отдельный модуль программного комплекса, отвечающий за сбор, хранение и анализ информации, поступающей с объектов СТС. Мониторинг предусматривает возможность отображения параметров СТС региона и анализ ее элементов как в районах, так и по всей республике

в целом. Схема организации мониторинга СТС региона представлена на рис. 4.

Сбор исходной информации должен осуществляться либо местными районными организациями теплоснабжения, либо на каждой котельной специально назначенным оператором. Собранная информация передается в централизованную организацию, ответственную за мониторинг, где

проходит первичную обработку и передается в централизованную БД. На основе информации, хранящейся в БД, проводятся анализ надежности объектов топливоснабжения, оценка рисков функционирования системы, также оценивается состояние инфраструктуры региона и проводится расчет себестоимости производства тепловой энергии для каждого теплоисточника. В результате заинтересованные министерства и ведомства имеют доступ к оперативным данным о функционировании региональной СТС, на основании которых они могут принимать решения, связанные с управлением топливно-энергетическим комплексом региона.

Аналитическая подсистема

В ИАС реализованы модели логистического управления, включающие математические постановки задачи маршрутизации, кластерного анализа, задачи оптимального распределения ресурсов и управления запасами в системе [4].

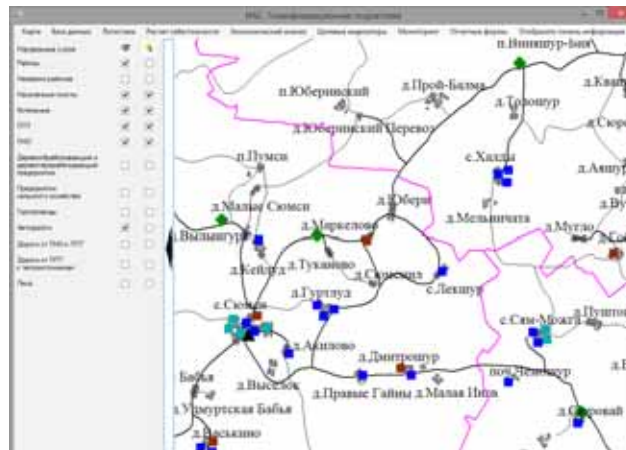
Для управления СТС в ИАС используются гибридные алгоритмы оптимизации, основанные на комплексной работе классических и эвристических методов оптимизации, позволяющие получить оптимальное решение задачи с достаточно высокой точностью при небольших временных затратах [5].

Для анализа состояния объектов СТС реализованы методы обработки результатов мониторинга и методика оценки рисков функционирования СТС, предоставляющие пользователю спектр характеристик каждого объекта или сравнительную информацию о значении какого-либо показателя по всем объектам мониторинга [6].

Геоинформационная подсистема

Представление информации об объектах СТС, хранящейся в БД, а также результатов управления топливоснабжением региона, полученных аналитической подсистемой, реализовано в форме геоинформационной подсистемы. Геоинформационная модель отображает пространственную и атрибутивную информацию об объектах территории и результатах решения поставленных задач в форме интерактивного графического интерфейса, основой которого является электронная карта.

Электронная карта представляет собой топологическую основу, на которую нанесены объекты инфраструктуры и элементы СТС региона. Для удобства работы с картой все графические объекты разделены по тематическим слоям. Можно настроить показ каждого слоя в окне кар-



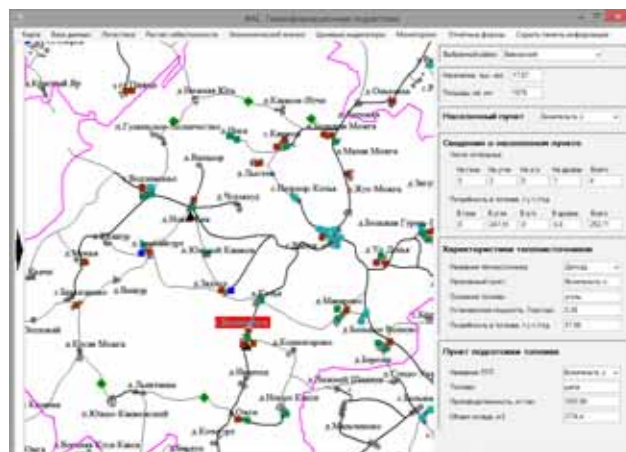
■ Рис. 5. Отображение слоев на электронной карте в соответствии с настройками, выбранными в окне работы со слоями

ты, а также выделение элементов данного слоя. Это позволяет гибко настраивать отображение карты (рис. 5) для решения различных задач и не загромождать ее лишней информацией.

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 БД.

Например, указав на электронной карте на изображение населенного пункта, можно получить информацию о его месторасположении, количестве теплоисточников, их мощности и потребности в различных видах топлива. Пример отображения информации о населенном пункте представлен на рис. 6.

Одной из основных целей создания ИАС является решение задачи логистики топливоснаб-



■ Рис. 6. Отображение информации о населенном пункте

жения региона. Задача логистики включает в себя определение количества и мест расположения пунктов накопления сырья и пунктов подготовки топлива, определение маршрутов доставки и объемов перевозки сырья и топлива, а также их периодичность, организацию работы склада теплоисточника и пункта производства топлива.

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

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 № 899. Приоритетные направления. <http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1;1563800> (дата обращения: 31.03.2013).
2. Преснухин В. К. и др. Концепция Республиканской целевой программы «Снабжение отдаленных населенных пунктов Удмуртской Республики местными видами топлива, альтернативными природному газу». — Ижевск: ИжГТУ, 2009. — 264 с.
3. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 288 с.
4. Кетова К. В., Трушкова Е. В. Решение логистической задачи топливоснабжения распределенной ре-

Заключение

Информационно-аналитическая система предоставляет пользователю широкий спектр возможностей для анализа состояния СТС. Настройка параметров расчетов и отображения информации позволяют гибко регулировать систему под решение конкретных задач.

В настоящее время ИАС является информационной базой и программным инструментарием, обеспечивающим устойчивое функционирование СТС регионального распределенного теплоснабжения.

Работа выполнялась в рамках государственного контракта № МТЭС/Р-09 «Концепции Республиканской целевой программы «Снабжение населения, объектов социально-бытовой сферы в отдаленных населенных пунктах Удмуртской Республики местными видами топлива, альтернативными природному газу» [2].

гиональной системы теплоснабжения // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. № 2. С. 451–470.

5. Трушкова Е. В. Опыт применения генетического алгоритма для оптимизации системы топливоснабжения // Математическое моделирование. 2013. № 1. С. 99–112.
6. Сайранов А. С. и др. Методика расчета надежности региональной распределенной системы теплоснабжения // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2009. № 4. С. 169–172.