

# ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИТ-ИНФРАСТРУКТУРУ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ\*

А.Г. МАССЕЛЬ

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН*

Иркутск, Россия

e-mail: amassel@gmail.com

Предлагается интегрировать в рамках интеллектуальной ИТ-среды технологии онтологического, когнитивного и событийного моделирования для поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности. В состав ИТ-среды включена также экспертная система, основанная на прецедентах ЧС в энергетике. Рассматривается предлагаемый подход и инструментальные средства для интеграции интеллектуальной ИТ-среды в ИТ-инфраструктуру исследований энергетики. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ №10-07-00264, №11-07-00192 и гранта программы Президиума РАН №2.29.

**Введение.** Переход России к новым экономическим отношениям требует быстрого и адекватного анализа ситуаций в условиях изменяющейся, недостаточной и недостоверной информации. С одной стороны, этим требованиям не отвечают традиционные комплексы для исследований проблем энергетической безопасности, использующие технико-экономические модели большой размерности. С другой стороны, несмотря на создание для поддержки принятия решений ситуационных центров и ситуационных комнат, отмечается недостаток интеллектуальных программных средств информационно-аналитического обеспечения этих центров и их практическое отсутствие для поддержки принятия решений в области энергетики. Все вышесказанное обуславливает необходимость создания новых интеллектуальных программных средств для поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности, в первую очередь, для качественного анализа слабоструктурированных проблемных ситуаций в энергетике, интеграции новых программных средств с традиционными, разработки информационной технологии их совместного использования. В Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН ведутся комплексные исследования систем энергетики, важную роль в которых играют исследования проблем энергетической безопасности.

**Онтологическое, когнитивное и событийное моделирование.** В качестве основных интеллектуальных методов ситуационного анализа в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности рассматриваются методы онтологического, когнитивного и событийного моделирования (рис. 1)[1, 2].

---

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ №10-07-00264, №11-07-00192 и гранта программы Президиума РАН №2.29



Рис. 1. Взаимосвязь интеллектуальных методов ситуационного анализа.

Для совместного использования этих технологий предложено ввести понятие интеллектуальной ИТ-среды. Обозначим ИТ – среду как некоторое множество  $V_{IT} = \{O, E, M_C, M_S\} \cup T_V$ , где  $O$  – множество онтологий,  $E$  – множество описаний прецедентов чрезвычайных ситуаций,  $M_C$  – множество когнитивных моделей,  $M_S$  – множество событийных моделей,  $T_V$  – инструментальные средства поддержки ИТ-среды, включающие описание знаний, представленных в виде онтологий, описаний прецедентов ЧС, когнитивных и событийных моделей и средства оперирования ими. Таким образом, интеллектуальная ИТ-среда включает пространство знаний, интегрирующее: онтологические модели знаний в области исследований ЭБ, базу знаний о прецедентах ЧС в энергетике и базы знаний, содержащие когнитивные модели стратегических угроз ЭБ и событийные модели развития и последствий ЧС в энергетике (рис. 2), а также включает инструментальные средства описания знаний и оперирования ими [3].

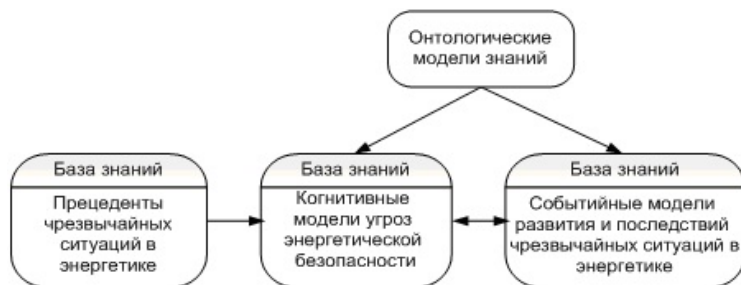


Рис. 2. Пространство знаний, поддерживаемое интеллектуальной ИТ-средой.

**Экспертная система “Emergency”, основанная на описаниях прецедентов ЧС в энергетике.** Автором предложены методические принципы построения экспертной системы “Emergency”, а именно: принципы организации базы знаний экспертной системы на основе фреймовой модели представления знаний; структура скелетных фреймов для описания прецедентов ЧС; принципы построения интерфейса экспертной системы; организация хранения базы знаний как фрагмента базы данных под управлением СУБД; интеграция экспертной системы “Emergency” в интеллектуальную ИТ-среду, базирующаяся на использовании Репозитория информационной инфраструктуры исследований в энергетике. Принята фреймовая модель представления знаний. В базе знаний прецеденты чрезвычайных ситуаций отображаются с помощью трех типов скелетных фреймов: ES\_DATE (дата ЧС), ES\_PLACE (место ЧС), ES\_DESCRIPTION

(описание ЧС). Каждый из фреймов описывает определенный набор параметров, характеризующих произошедшую в энергетике чрезвычайную ситуацию. Все фреймы имеют один общий слот – номер. В первой версии ЭС предусматриваются два режима работы: а) добавление новых знаний и б) поиск и извлечение знаний по запросам пользователей. Для обеспечения концептуального единства и совместимости с другими инструментальными средствами интеллектуальной ИТ-среды реализация выполняется в Java-технологии, что обусловило выбор оболочки Jess (расширение оболочки Clips для Java) и использование СУБД HyperSQLDB для хранения базы знаний. В первой версии ЭС анализ ЧС выполняется экспертом (пользователем ЭС). В дальнейшем предусматривается возможность встраивания, по необходимости, специальных средств аналитической обработки извлекаемых знаний.

**Интеграция интеллектуальной ИТ-среды в ИТ-инфраструктуру исследований энергетики.** Автором разработаны методические принципы построения и интеграции в интеллектуальную ИТ-среду инструментальных средств когнитивного моделирования для исследований проблем ЭБ, обеспечивающих создание, редактирование и анализ когнитивных карт, которые описаны ниже.

1. Предложено решение о создании инструментальной среды, а не монолитного программного комплекса, с тем, чтобы обеспечить гибкое использование инструментальных средств, как отдельных, так и в различных сочетаниях, с одновременным уменьшением функциональной сложности в каждом конкретном случае. Кроме того, обеспечивается возможность привлечения эксперта для анализа выходной и корректировки входной информации при переходе от одного инструментального средства к другому, учитывая, что полная автоматизация предложенной схемы (рис. 3) нецелесообразна.

2. Для интеграции уже существующих и новых инструментальных средств предложена структура интеллектуальной ИТ-среды, представленная на рис. 3, в которой используется Репозиторий ИТ-инфраструктуры исследований в энергетике [4]. Рассмотрим управление информационными потоками в этой схеме. Обмен информацией с Репозитарием выполняется с использованием программных средств Репозитария, разработанных А.Н. Копайгородским. Это позволяет обеспечить интеграцию интеллектуальной ИТ-среды в информационную инфраструктуру исследований в энергетике.

Взаимодействие базы знаний и ЭС обеспечивается средствами ЭС. На этом этапе хранение базы знаний обеспечивается штатными средствами СУБД HyperSQLDB, совместимой с оболочкой Jess. Метаописание базы знаний хранится в базе метаданных Репозитария. Анализ прецедентов ЧС в энергетике выполняется экспертом на основании фрагментов знаний, извлеченных из базы знаний по запросам (подробнее режимы работы ЭС рассмотрены в следующем разделе). В дальнейшем предусматривается расширение возможностей ЭС – дополнение ее средствами аналитической обработки знаний. Анализ прецедентов ЧС позволяет экспертам выявить типовые (наиболее часто встречающиеся) ЧС, которые являются первоочередными претендентами для когнитивного моделирования. На рис. 3 не показаны в явном виде средства онтологического моделирования. На данном этапе используются свободно распространяемые средства SMarTools или Prot?g?. Созданные с их помощью онтологии хранятся в Репозитарии и могут быть просмотрены исследователем перед началом когнитивного или событийного моделирования. Для хранения онтологий используется Репозиторий ИТ-инфраструктуры ИСЭМ СО РАН, разработанный сотрудником лаборатории информационных технологий ИСЭМ СО РАН Копайгородским А.Н. Извлечение информации из Репозитария выполняется с помощью хранимых процедур, которые создаются внутри

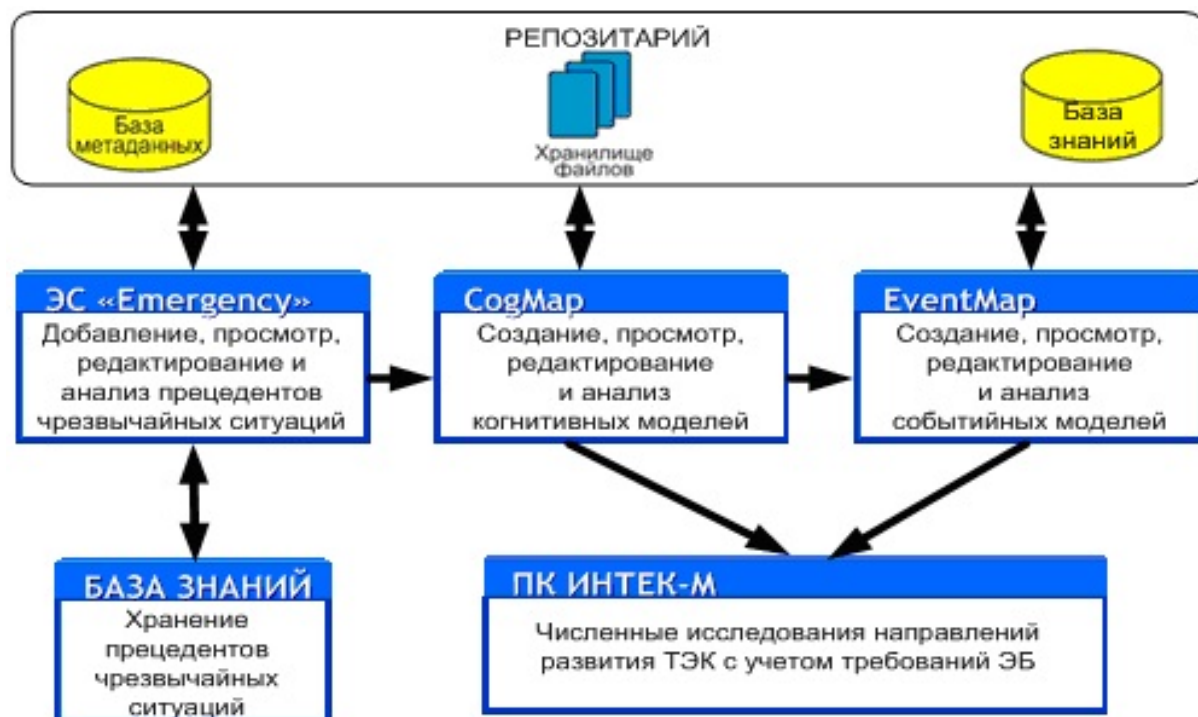


Рис. 3. Схема взаимосвязей инструментальных средств интеллектуальной ИТ-среды.

базы метаданных Репозитория на языке SQL, диалект которого поддерживает СУБД, исполняются на стороне сервера и заведомо корректно производят экспорт данных, обеспечивая при этом полную совместимость пользовательских приложений [5]. Библиотеки CogMap и EventMAP, показанные на рис. 3, совместимы, поскольку реализованы в одной и той же графической среде [6]. Библиотека CogMap для когнитивного моделирования разработана автором, библиотека EventMap, содержащая базовые графические элементы событийных карт и реализующая алгоритм перехода от событийной карты к формализованной событийной модели на основе Joiner-сетей, реализована В.Л. Аршинским [7].

**Заключение.** Предложено интегрировать в рамках интеллектуальной ИТ-среды технологии онтологического, когнитивного и событийного моделирования для поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности. Использование предложенной технологии позволяет интегрировать методы качественного анализа угроз ЭБ, включая ЧС на объектах энергетики (онтологическое, когнитивное и событийное моделирование) и методы количественной оценки вариантов развития ТЭК с учетом требований ЭБ (традиционный подход). Интеграция интеллектуальной ИТ-среды в ИТ-инфраструктуру исследований в энергетике, разработанную ранее сотрудниками лаборатории информационных технологий, обеспечивается использованием Репозитория ИТ-инфраструктуры и соблюдением единых системно-концептуальных соглашений, обеспечивающих совместимость ранее созданных и вновь разработанных средств.

## Список литературы

- [1] Массель А.Г. Методологический подход к организации интеллектуальной поддержки исследований проблемы энергетической безопасности / Информационные технологии. – №9. – 2010. – С. 32-36.
- [2] Массель Л.В., Аршинский В.Л., Массель А.Г. Интеллектуальные информационные технологии поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности/ Труды Международной конференции «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного эксперимента», Евпатория, 2010. – 192-196.
- [3] Массель А.Г. Интеллектуальная ИТ-среда для исследований проблемы энергетической безопасности /Труды Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе», Гурзуф, 2010. – С. 306-309.
- [4] Аршинский В.Л., Массель А.Г., Сендеров С.М. Информационная технология интеллектуальной поддержки исследований проблем энергетической безопасности / Вестник ИрГТУ. - № 6. – 2010.
- [5] Копайгородский А.Н. Виртуальная интеграция распределенных данных исследований в энергетике // Труды XIII Байкальской Всероссийской конференции “Информационные и математические технологии в науке и управлении”. Том 2. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2008. – С. 260–266.
- [6] Копайгородский А.Н.Проектирование и реализация системы графического моделирования / Информационные и математические технологии в науке и управлении // Труды XV Байкальской Всероссийской конференции, т. III. – Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2010. – С. 22-28.
- [7] Аршинский В.Л. Событийное моделирование чрезвычайных ситуаций в энергетике / Аршинский В.Л. // Труды Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе», Гурзуф, – 2010. – С.299–301.