



ИНТЕГРАЦИЯ СЕМИОТИКИ, КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ И СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕМИОТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Массель Л.В., д.т.н., Массель А.Г.,
К.Т.Н.,
ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск**

Минск, OSTIS,
18 февраля 2016

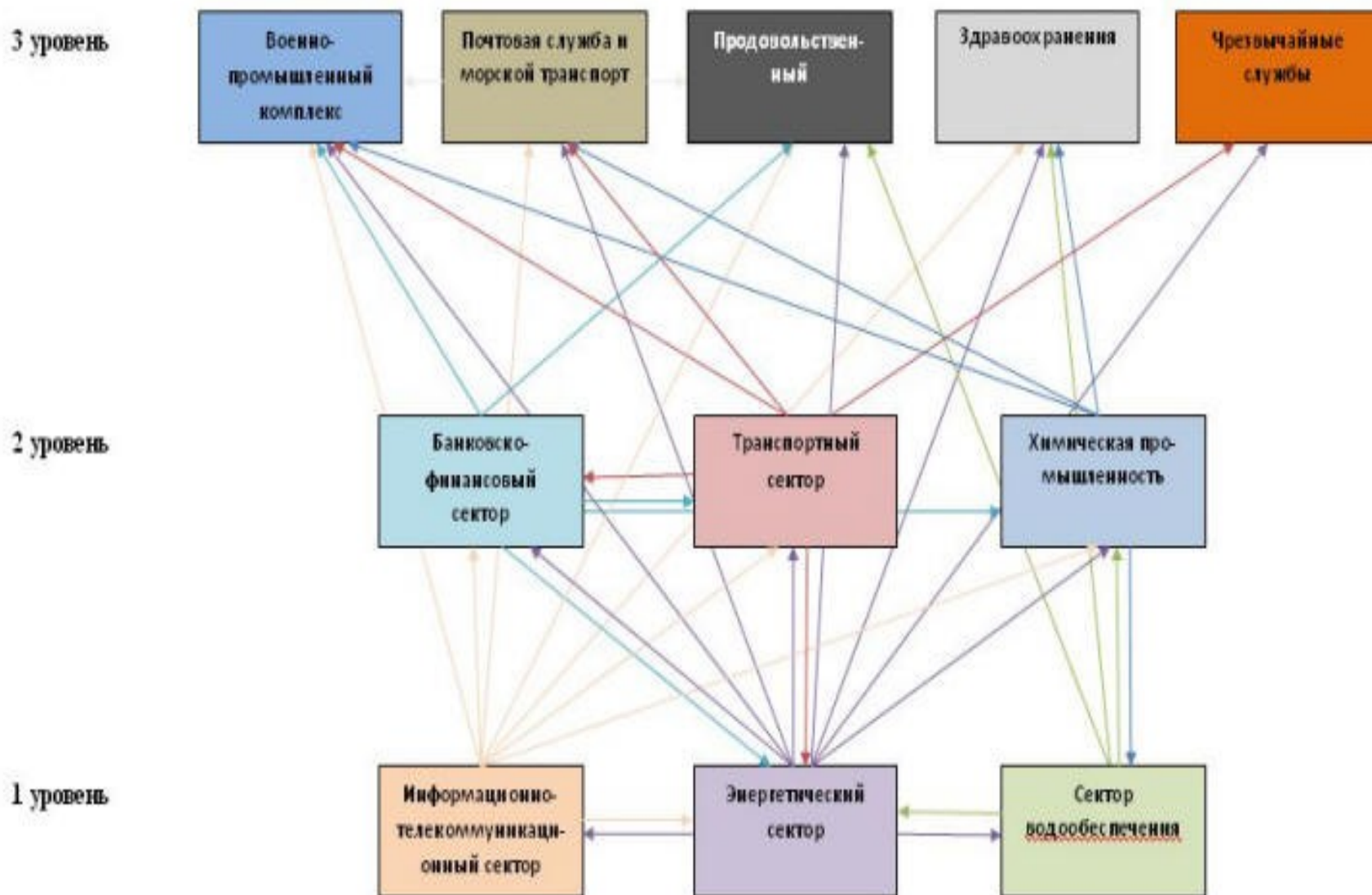
СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

1. КРИТИЧЕСКИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ
2. СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
3. ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА И КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА
4. СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД (Д.А. ПОСПЕЛОВ)
5. СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА
6. РЕАЛИЗАЦИЯ СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

1. КРИТИЧЕСКИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ

- Критической инфраструктурой называется часть гражданской инфраструктуры, представляющая собой совокупность физических или виртуальных систем и средств, важных для государства в такой мере, что их выход из строя либо уничтожение может привести к губительным последствиям в области обороны, экономики, здравоохранения и безопасности нации.
- Одной из основных трудностей при выявлении ключевых объектов критической инфраструктуры является отсутствие четкого математического аппарата, что не позволяет сформировать количественные показатели уязвимости объектов.
- В основе большинства подобных исследований лежит метод экспертных оценок, предусматривающий обязательное наличие информации о возможном ущербе «эталонного объекта» или разработку специальной шкалы факторов рискованности («небезопасности») таковых.

КРИТИЧЕСКИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ



2. СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ (Д.А. ПОСПЕЛОВ)

- По определению Поспелова Д.А.: «Ситуационное управление – метод управления сложными техническими и организационными системами, основанный на **идеях теории искусственного интеллекта**; представление знаний об объекте управления и способах управления им на уровне **логико-лингвистических моделей**, использование обучения и обобщения в качестве основных процедур при **построении процедур управления по текущим ситуациям**, использование дедуктивных систем для построения **многошаговых решений**»
- **Ситуационное управление** основано на следующем положении: **каждому классу ситуаций**, возникновение которых считается допустимым в процессе функционирования системы, **ставится в соответствие некоторое решение по управлению**.

Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: наука. – Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (1)

Под **текущей ситуацией C** понимается совокупность текущего состояния объекта (вектор состояния X) и его внешней среды (вектор возмущений F). Тогда $C = \langle X, F \rangle$.

Вводится понятие **полной ситуации**:

$S = \langle C, G \rangle$, где C – **текущая ситуация**, G – **цель управления**. В свою очередь, цель управления G может быть представлена в виде **целевой ситуации Gg** , к которой должна быть приведена имеющаяся текущая ситуация. Тогда $S = \langle C, Gg \rangle$.

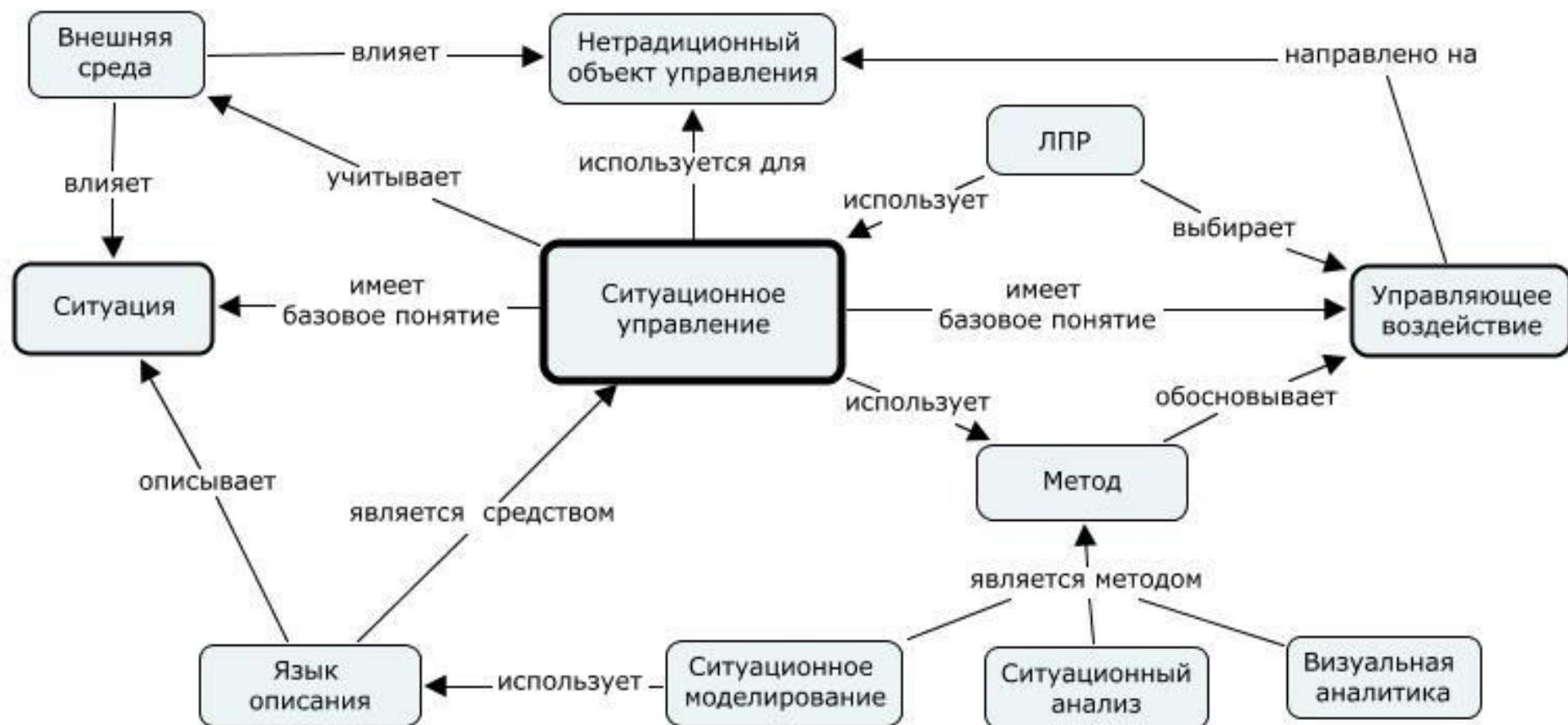
Васильев В.И. Интеллектуальные системы защиты информации.- М.: Машиностроение, 2012.- 171 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (2)

Полагая, что текущая ситуация C принадлежит некоторому классу Q' , а целевая (заданная) ситуация G_g – классу Q'' , ищется такое управление (вектор управляющих воздействий U), которое принадлежит множеству допустимых управлений Ω_u и обеспечивает требуемое преобразование одного класса ситуаций в другой:

$$C \in Q' \xrightarrow{U \in \Omega_u} G_g \in Q''$$

МЕТАОНТОЛОГИЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ



СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

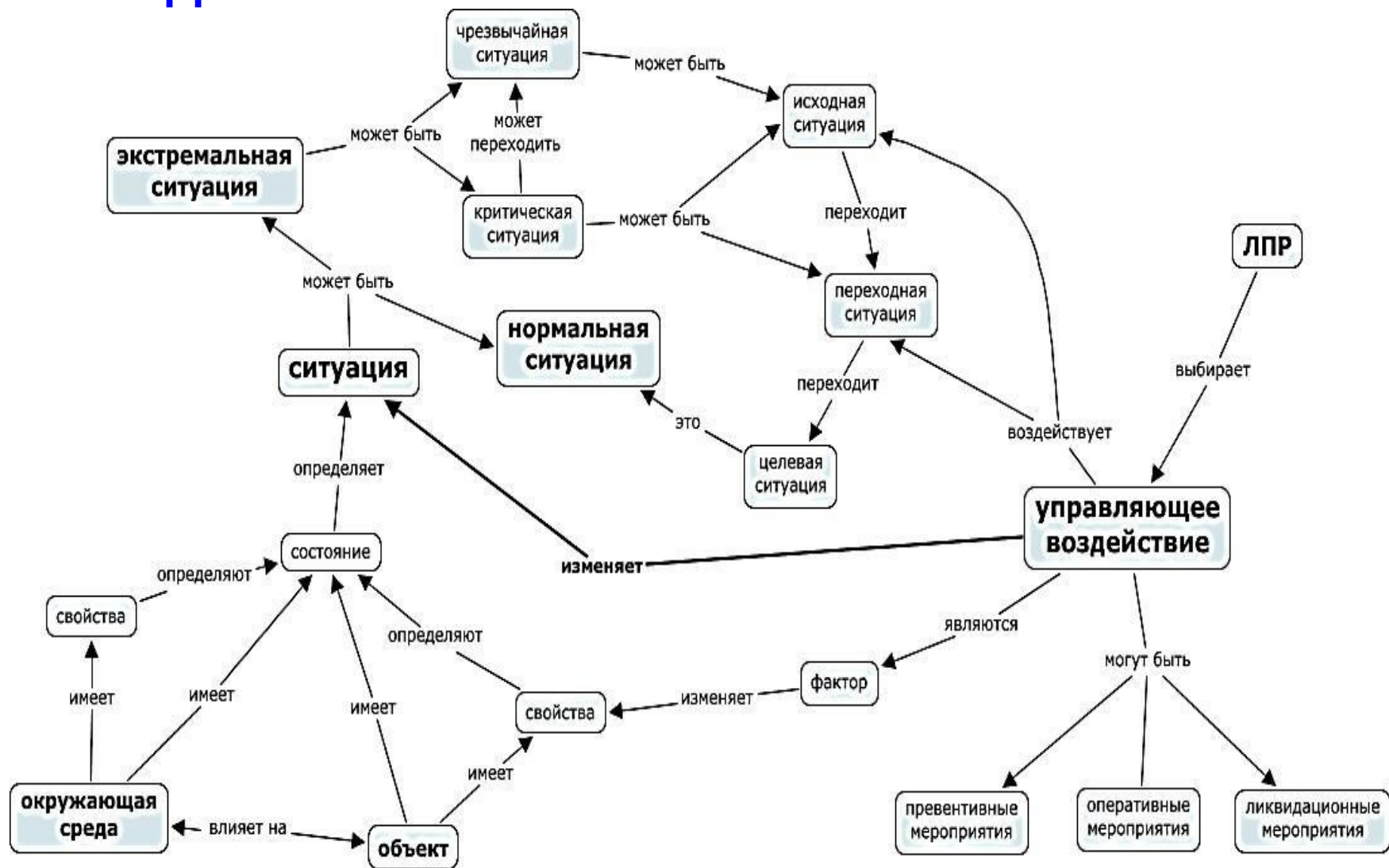
Поскольку авторы работают в области, связанной с энергетической безопасностью (ЭБ), ситуационное управление в данном контексте рассматривается как **управление в условиях экстремальных ситуаций в энергетике (Contingency Management)**.

Под экстремальными ситуациями (ЭКС) понимаются как критические, так и чрезвычайные ситуации, в соответствии со шкалой «норма – предкризис – кризис», причем большее внимание уделяется именно **критическим ситуациям**.

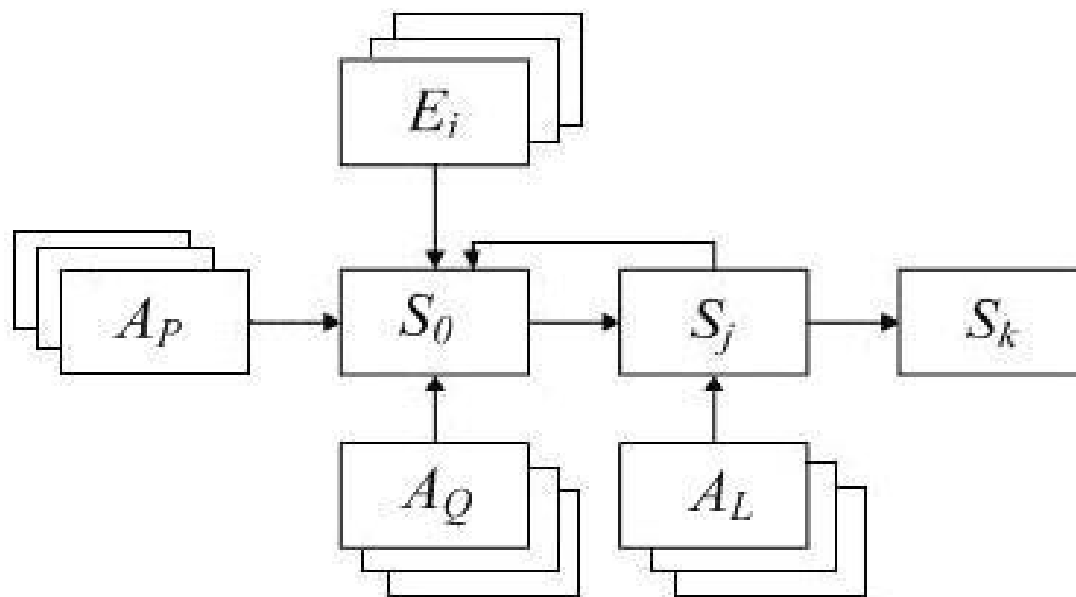
Первоочередная область приложения – **ситуационное управление стратегическим развитием энергетических систем и ТЭК в целом с учетом требований энергетической безопасности**

ОНТОЛОГИЯ СИТУАЦИИ С ПОЗИЦИИ

ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОБЛЕМ ЭБ



ОБЩАЯ СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ТЭК С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ



$\{S_0\}$ – начальное состояние системы (текущая ситуация C);

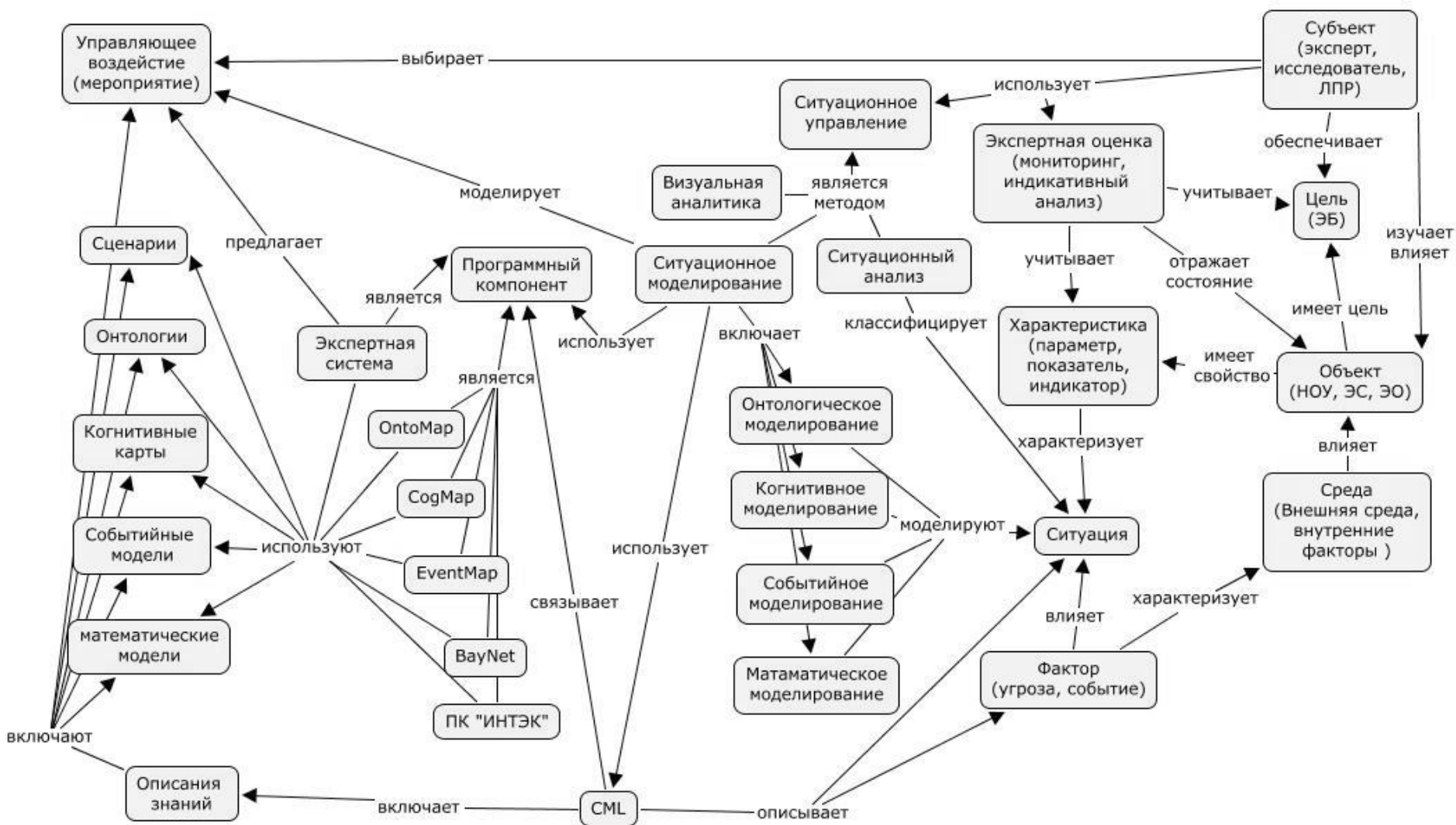
$\{E_i\}$ - i -й сценарий чрезвычайной ситуации (набор сценариев – вектор возмущений F);

$\{A\} = \{A_p, A_o, A_l\}$ - набор превентивных, оперативных и ликвидационных мероприятий, нейтрализующих или смягчающих последствия чрезвычайной ситуации (ЧС) (вектор управляющих воздействий U);

$\{S_j\}$ - состояние системы после ЧС $\{E_i\}$ с учетом реализации набора мероприятий $\{A_p\}$ и/или $\{A_o\}$

$\{S_k\}$ - состояние системы после проведения ликвидационных мер. S_j и S_k могут рассматриваться как аналоги соответствующих целевых ситуаций G_g .

МЕТАОНТОЛОГИЯ ПРОСТРАНСТВА ЗНАНИЙ ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ



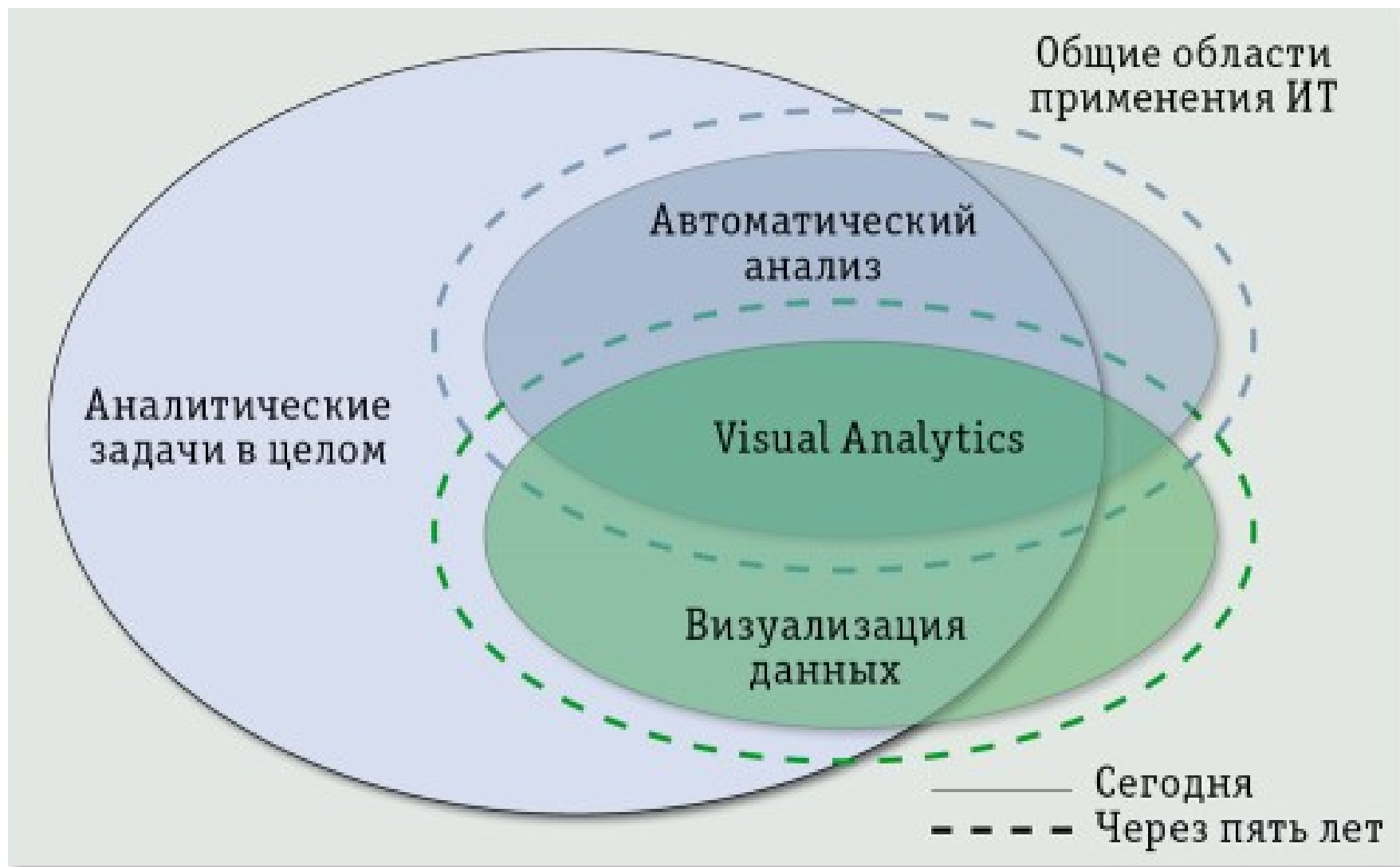
3. ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА И КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА

Черняк Л. Визуальная аналитика и обратная связь.
«Открытые системы», №6, 2013.
URL: <http://www.osp.ru/os/archive/>
(Дата обращения 02.12.2014)

ОБЛАСТЬ ДЕЙСТВИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



СВЯЗЬ ВИЗУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ С ДРУГИМИ ОБЛАСТЯМИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ



Термин «когнитивная графика» был введен в российской науке А.А. Зенкиным в 90-х гг. прошлого столетия и первоначально связывался с **новыми возможностями визуализации результатов научных исследований**, обусловленными появлением новых графических средств персональных компьютеров [Зенкин, 1991].

Впоследствии было осознано, что **графические образы могут активизировать ассоциативную логику подсознательных процессов мышления человеческого мозга**, что позволяет с помощью когнитивной графики быстро находить оригинальные и зачастую неожиданные решения.

А.А. Зенкиным в его работах было успешно продемонстрировано, что **когнитивная графика также может использоваться для иллюстрации и поиска математических решений**.

КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА – ПОСПЕЛОВ (прогноз 1996 г.)

Когнитивная функция изображений использовалась в науке и до появления компьютеров. Образные представления, связанные с понятиями граф, дерево, сеть и т.п. помогли доказать немало новых теорем, круги Эйлера позволили визуализировать абстрактное отношение силлогистики Аристотеля, диаграммы Венна сделали наглядными процедуры анализа функций алгебры логики.

Систематическое использование когнитивной графики в компьютерах в составе человеко-машинных систем сулит многое. Даже весьма робкие попытки в этом направлении, известные как мультимедиа-технологии, привлекающие сейчас пристальное внимание специалистов (особенно тех, кто занят созданием интеллектуальных обучающих систем), показывает перспективность подобных исследований.

Пока же область компьютеризации правополушарных функций мозга человека остается почти terra incognita. Здесь начаты лишь первые большие проекты (конец 1990-х), направленные на создание систем, опирающихся на когнитивную графику. На наш взгляд, в ближайшие годы следует ожидать качественного прорыва в этой области ИИ.

СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- В обобщенном виде **семантическая модель** – это информационная модель, отражающая понятия предметной области и отношения между ними. К ним относят онтологии, инфологические модели данных (модель «сущность-связь»), семантические сети.
- В настоящее время семантическое моделирование развивается в одном из трендов направления «Семантические технологии», а именно «Семантические технологии в приложениях»

Хорошевский В.Ф. Семантические технологии: ожидания и тренды/ Труды II Международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем». -Беларусь, Минск: БГУИР, 2012.-С. 143-158.

- В работах коллектива, представляемого авторами, **к семантическим моделям относятся онтологические, когнитивные, событийные и вероятностные** (на основе Байесовских сетей доверия) модели.

Массель Л.В., Массель А.Г. Семантические технологии на основе интеграции онтологического, когнитивного и событийного моделирования / Материалы III международной научно-технической конференции «OSTIS-2013» – Беларусь, Минск: БГУИР, 2013. – С. 247-250.

СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА

Представление семантических моделей в графическом виде позволяет связать их с когнитивной графикой.

По сути дела, семантические модели обладают свойствами когнитивной графики и особенно полезны для специалистов с преобладающим образным мышлением.

Следует отметить, что семантические модели позволяют выполнить качественный анализ решаемой задачи.

Для количественного обоснования предлагаемых решений необходимо привлекать результаты математического моделирования, которые, кроме того, представляются более убедительными для специалистов с преобладающим логическим мышлением.

4. СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД (Д.А. ПОСПЕЛОВ)

СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Семиотическая модель лежит в основе метода ситуационного управления.

Определение 1. Формальной моделью называется четверка
 $M = \langle T, B, A, R \rangle$

где T – множество базовых элементов,
 B – синтаксические правила,
 A – система аксиом,
 R – семантические правила.

Семиотической моделью называется модель

$$C = \langle M, \chi_T, \chi_B, \chi_A, \chi_R \rangle.$$

где $\chi_T, \chi_B, \chi_A, \chi_R$ – соответственно правила изменения T, B, A, R

СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ (ПОСПЕЛОВ, ОСИПОВ)

Семиотическую модель можно определить как восьмерку:

$W = \langle T, R, A, P, \tau, \rho, \alpha, \pi \rangle$, где

T - множество основных символов;

R - множество синтаксических правил;

A - множество знаний о предметной области;

P - множество правил вывода решений (прагматических правил);

τ - правила изменения множества T ;

ρ - правила изменения множества R ;

α - правила изменения множества A ;

π - правила изменения множества P .

СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Подобное название С связано с тем, что в отличие от формальных моделей, в которых элементы, образующие множество T , обладают жестким синтаксисом, жесткой семантикой и жесткой прагматикой, в модели С все эти свойства элементов t_i становятся доступными для изменения.

Но именно такой особенностью обладают знаки – элементы знаковых, или семиотических систем, изучаемых в семиотике. Такие системы тесно связаны со всей человеческой деятельностью.

Именно изменчивость и условность знаков делают эту деятельность эффективной

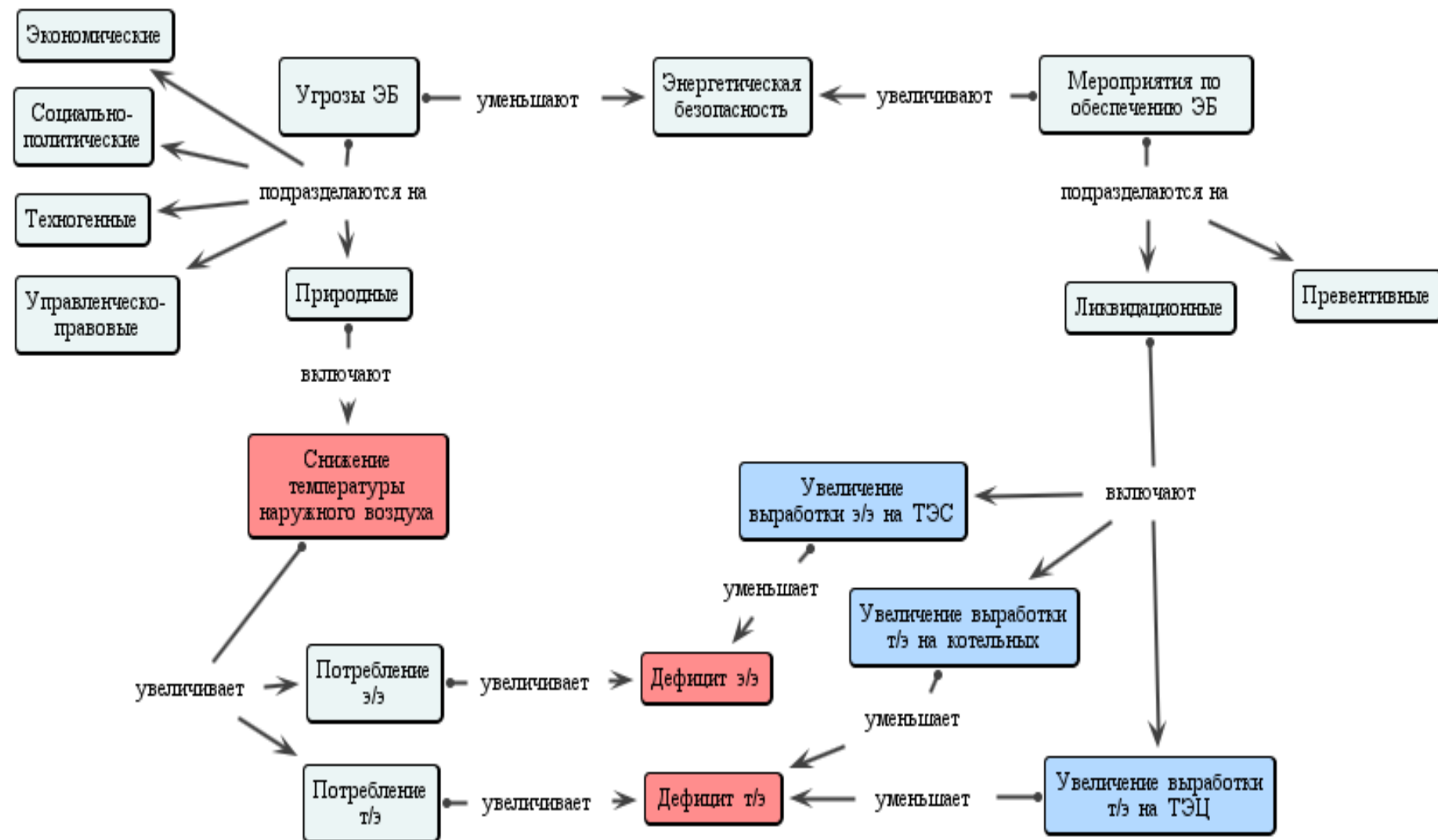
5. СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

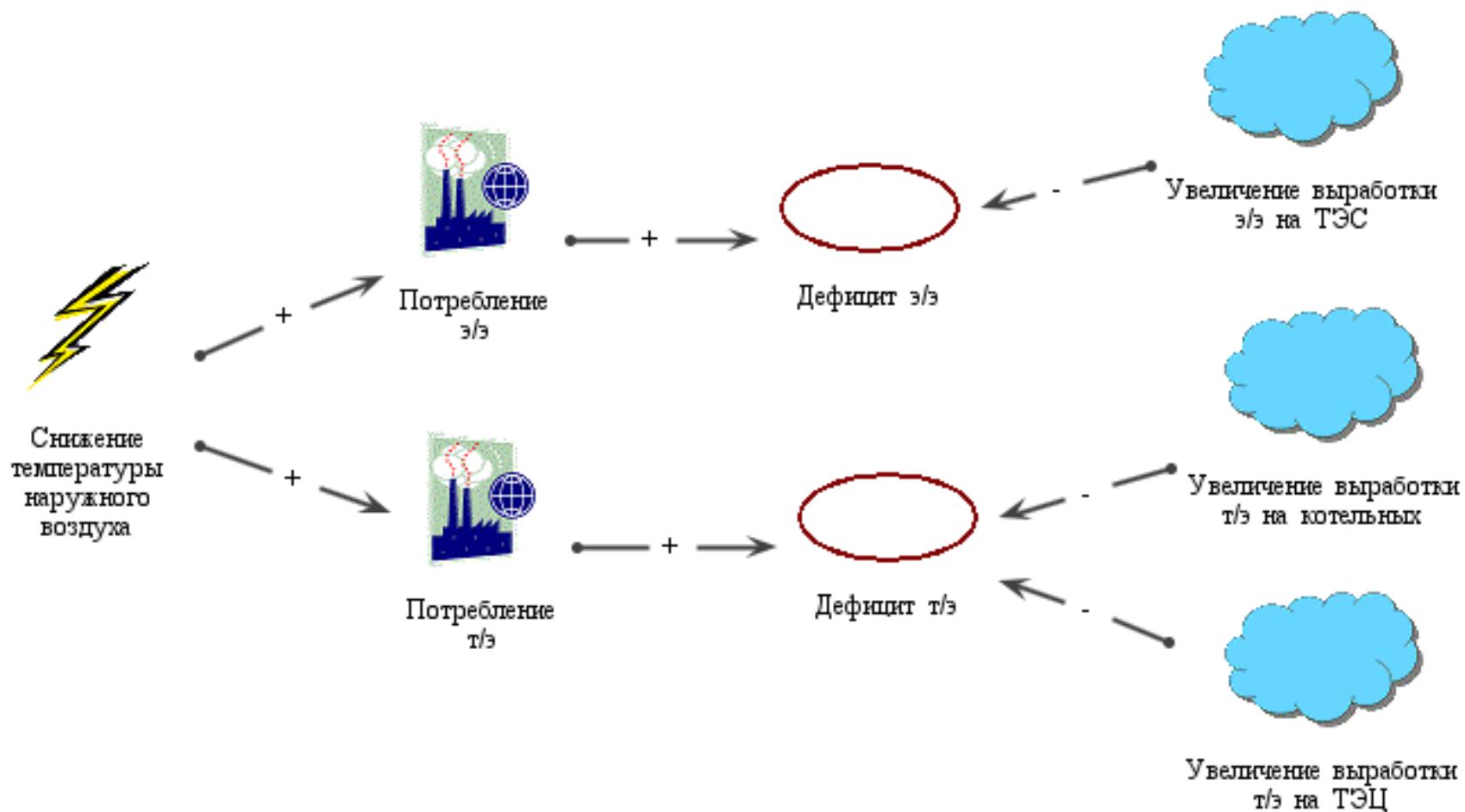
Учитывая, что наличие факторов неопределенности усложняет адекватную оценку состояния объекта и среды, авторами предложено использовать **семантические технологии ситуационного анализа и моделирования, к которым отнесены онтологическое, когнитивное, событийное и вероятностное моделирование.**

По сути дела, семантическое моделирование предлагается рассматривать как одно из направлений семиотического моделирования, в котором преобладает графическое представление разрабатываемых моделей, с элементами когнитивной графики.

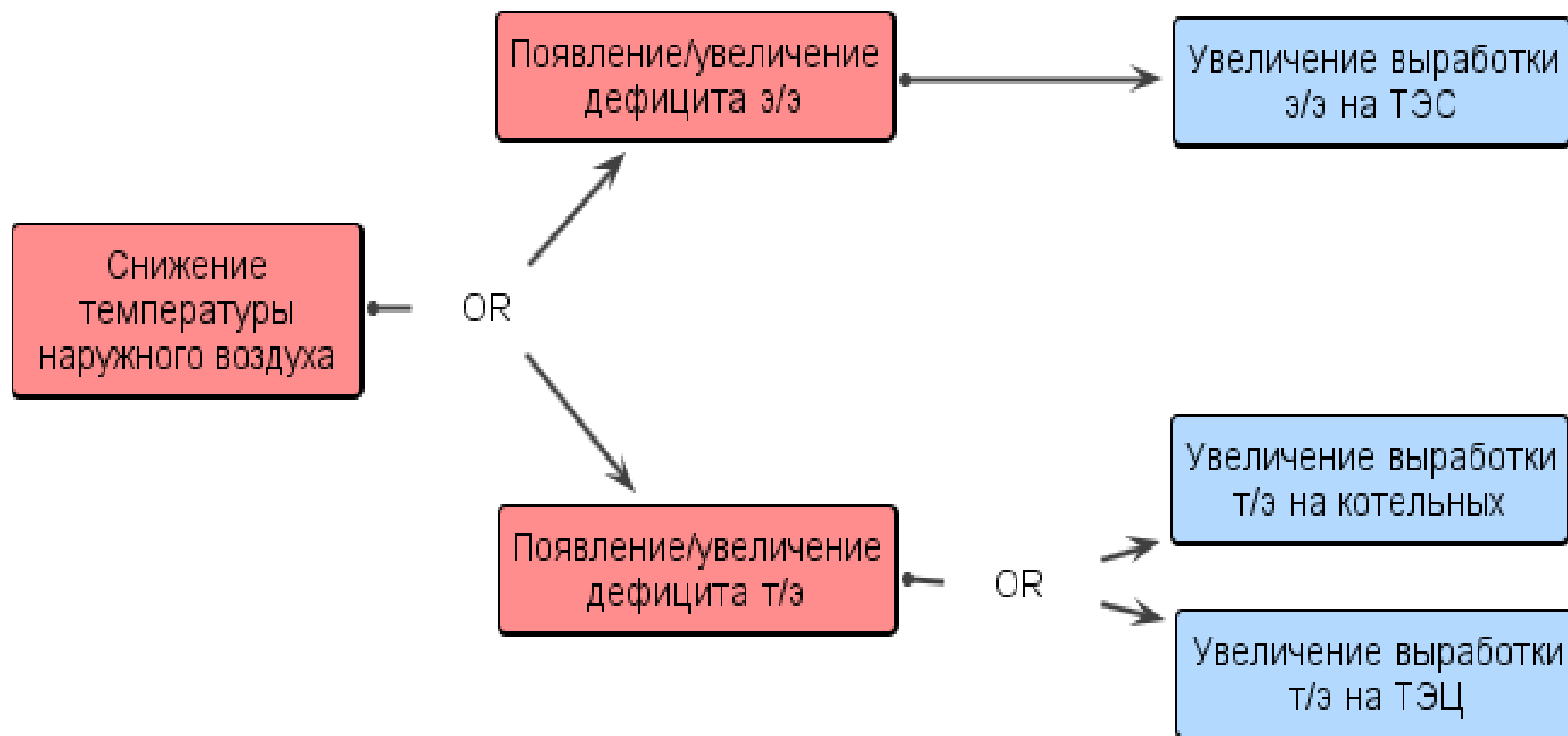
ФРАГМЕНТ ОНТОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ УГРОЗЫ ПОХОЛОДАНИЯ



КОГНИТИВНАЯ КАРТА УГРОЗЫ ПОХОЛОДАНИЯ



СОБЫТИЙНАЯ КАРТА УГРОЗЫ ПОХОЛОДАНИЯ



JOINER-СЕТЬ ДЛЯ ВЫДЕЛЕННОГО ФРАГМЕНТА СОБЫТИЙНОЙ КАРТЫ

Пусковые функции:

$$\psi_1(t+1) = \varphi_0(t) \cdot \overline{\varphi_1(t)} \cdot \overline{\varphi_2(t)};$$

$$\psi_2(t+1) = \varphi_1(t) \cdot \overline{\varphi_4(t)} \cdot \overline{\varphi_5(t)};$$

$$\psi_3(t+1) = \varphi_2(t) \cdot \overline{\varphi_3(t)};$$

$$\psi_4(t+1) = \varphi_4(t) \cdot \overline{\varphi_6(t)};$$

$$\psi_5(t+1) = \varphi_5(t) \cdot \overline{\varphi_7(t)};$$

Флаговые функции:

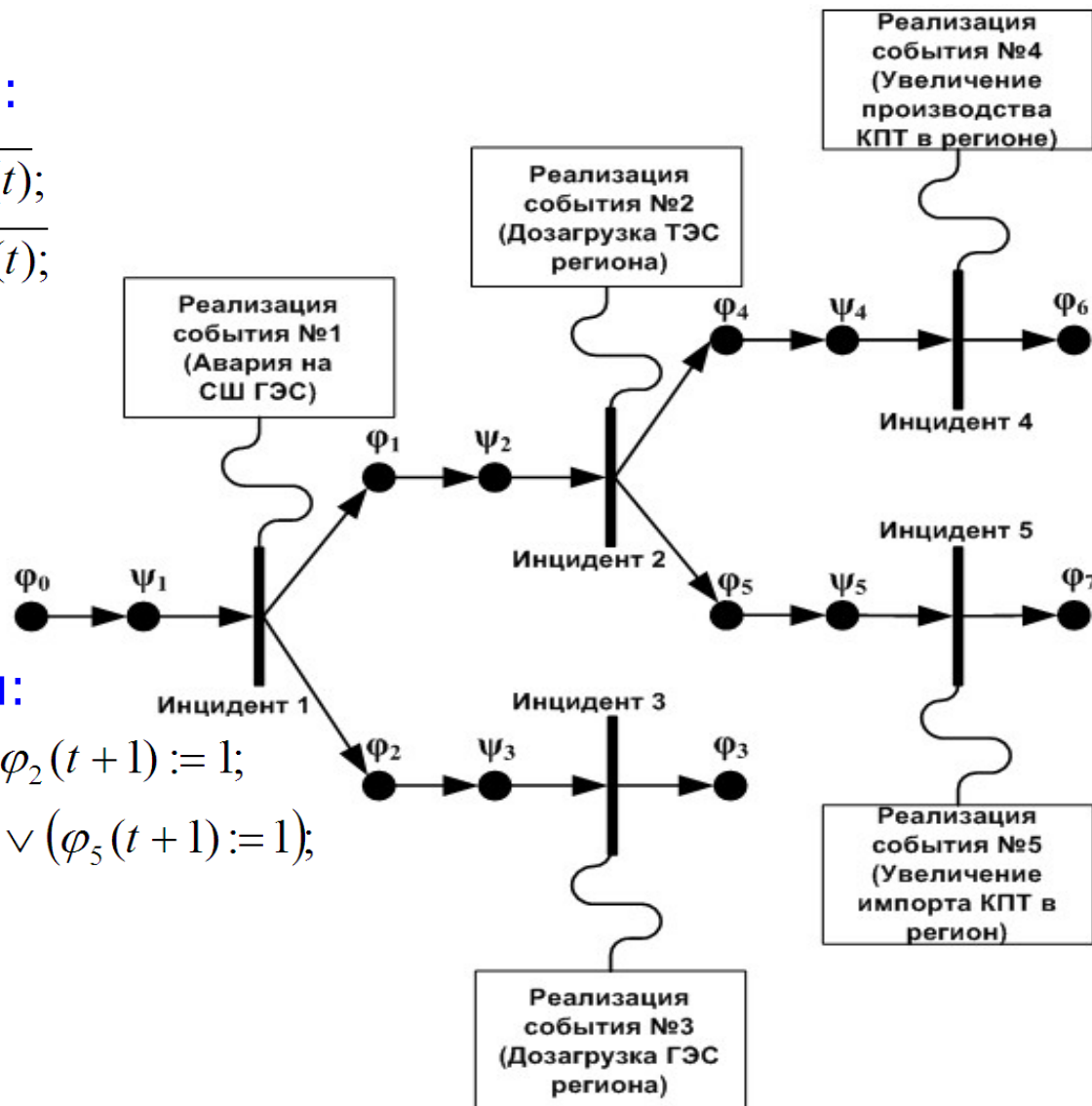
$$\varphi_0(t+1) := 0; \varphi_1(t+1) := 1; \varphi_2(t+1) := 1;$$

$$\varphi_1(t+1) := 0; (\varphi_4(t+1) := 1) \vee (\varphi_5(t+1) := 1);$$

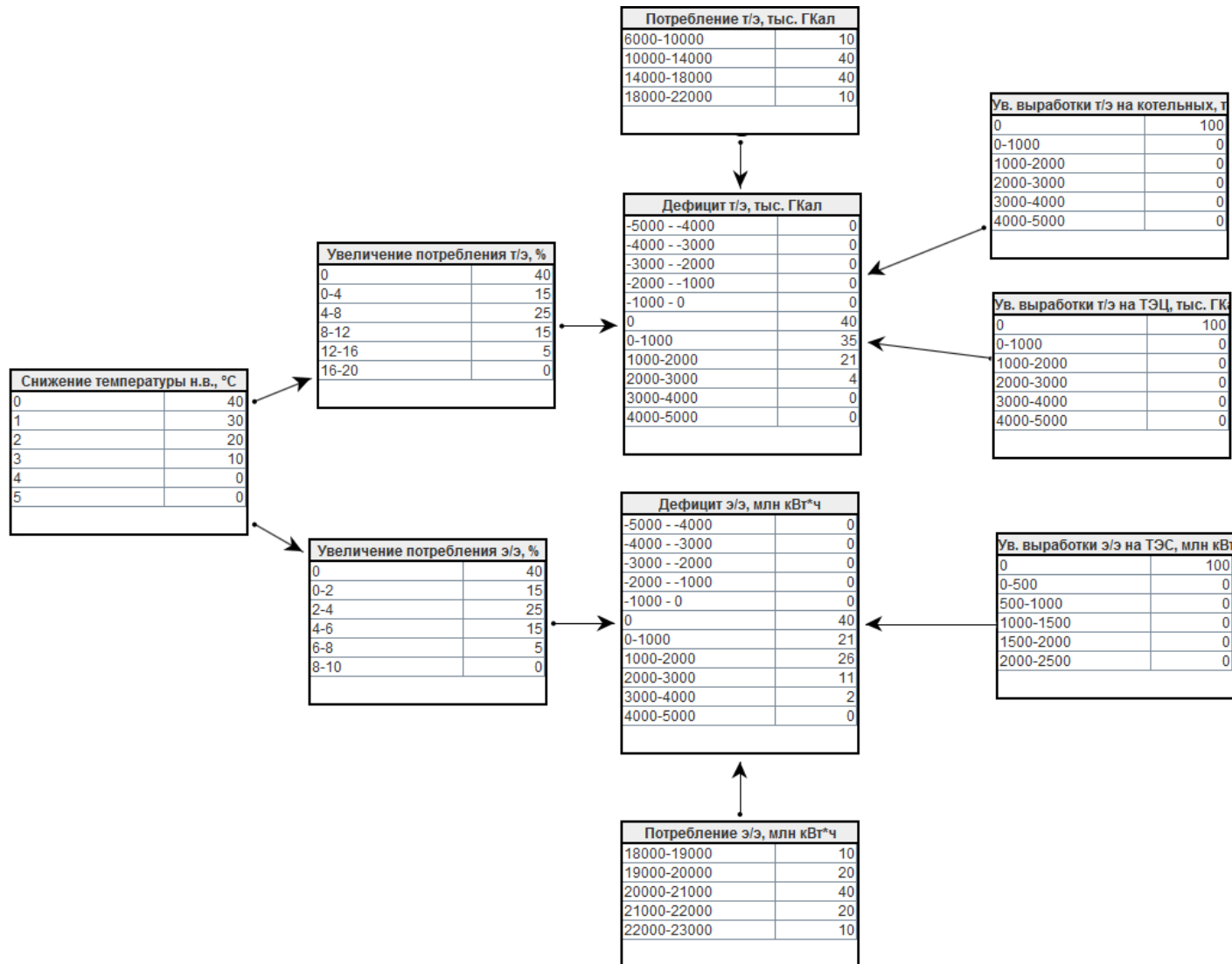
$$\varphi_2(t+1) := 0; \varphi_3(t+1) := 1;$$

$$\varphi_4(t+1) := 0; \varphi_6(t+1) := 1;$$

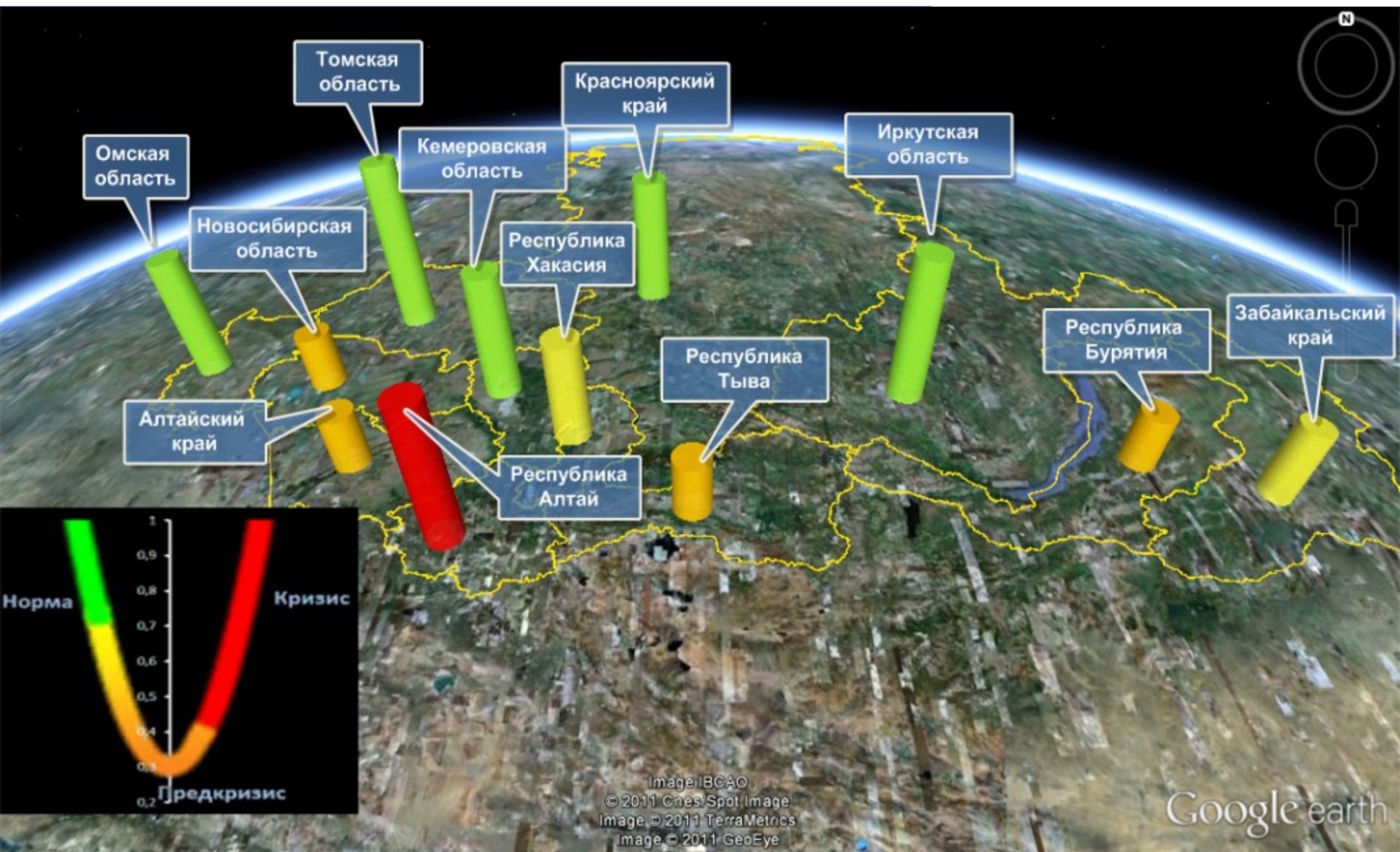
$$\varphi_5(t+1) := 0; \varphi_7(t+1) := 1;$$

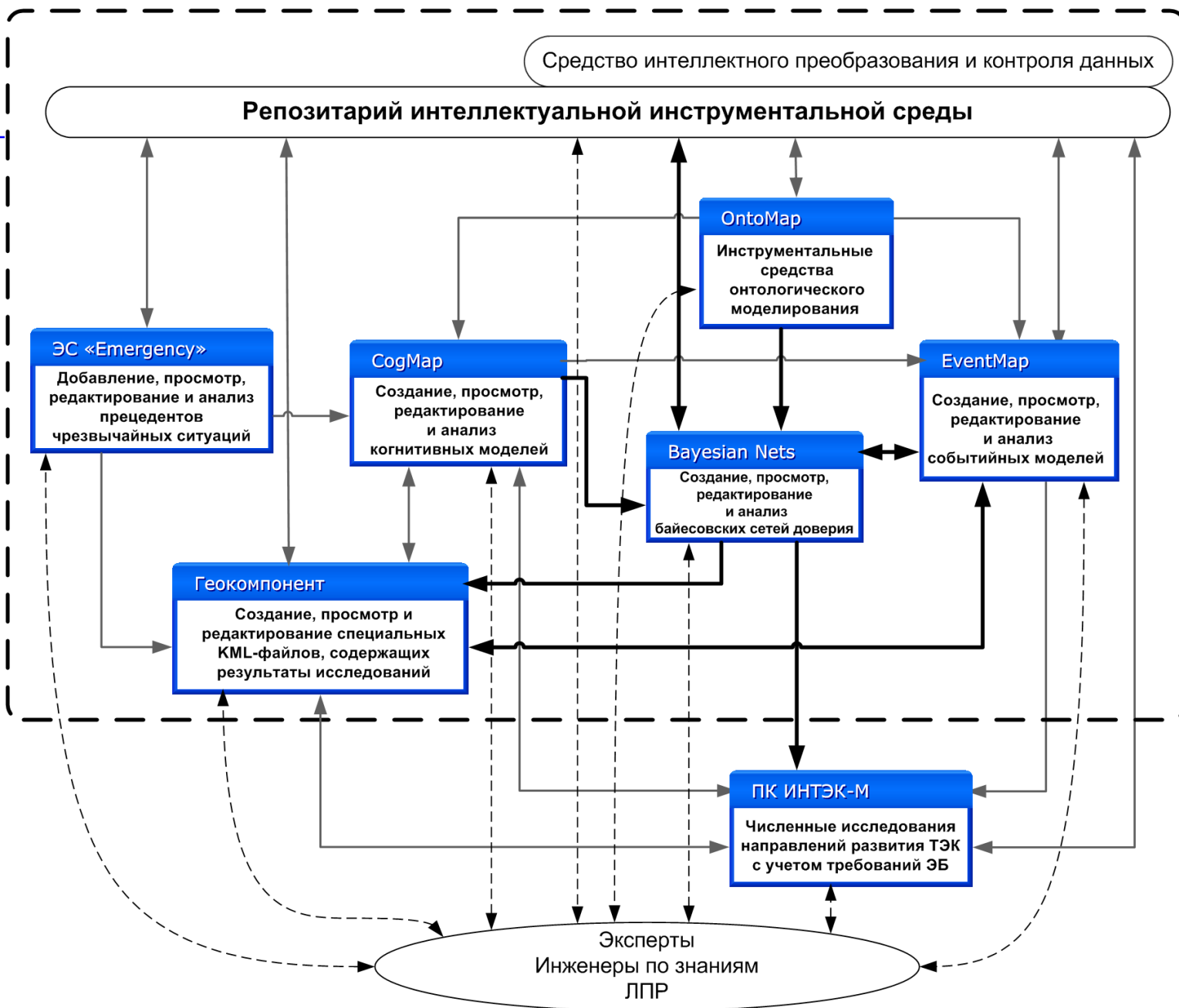


ЗАПОЛНЕННАЯ БАЙЕСОВСКАЯ СЕТЬ ДОВЕРИЯ ДЛЯ УГРОЗЫ ПОХОЛОДАНИЯ



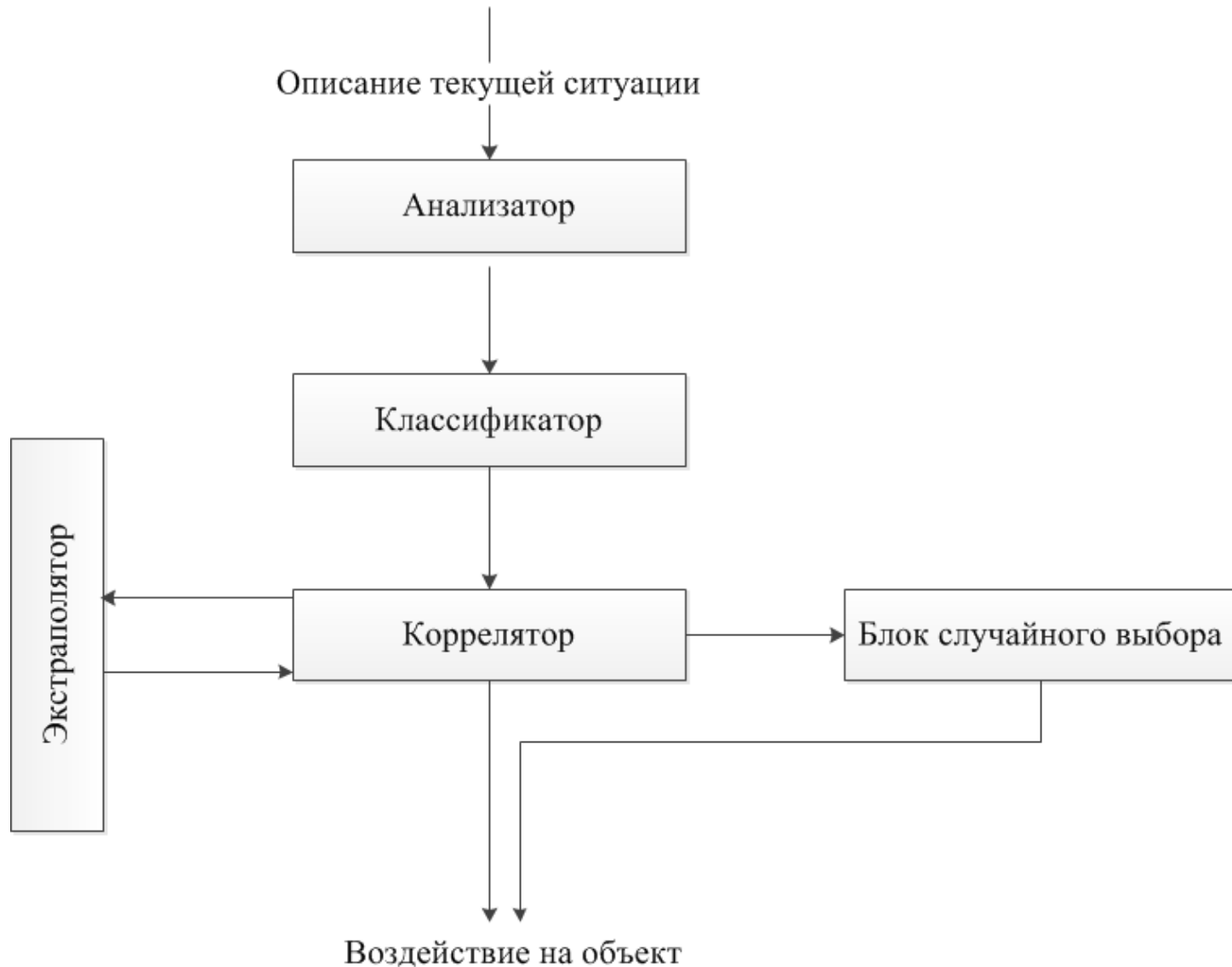
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИНДИКАТОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО СИБИРСКОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ





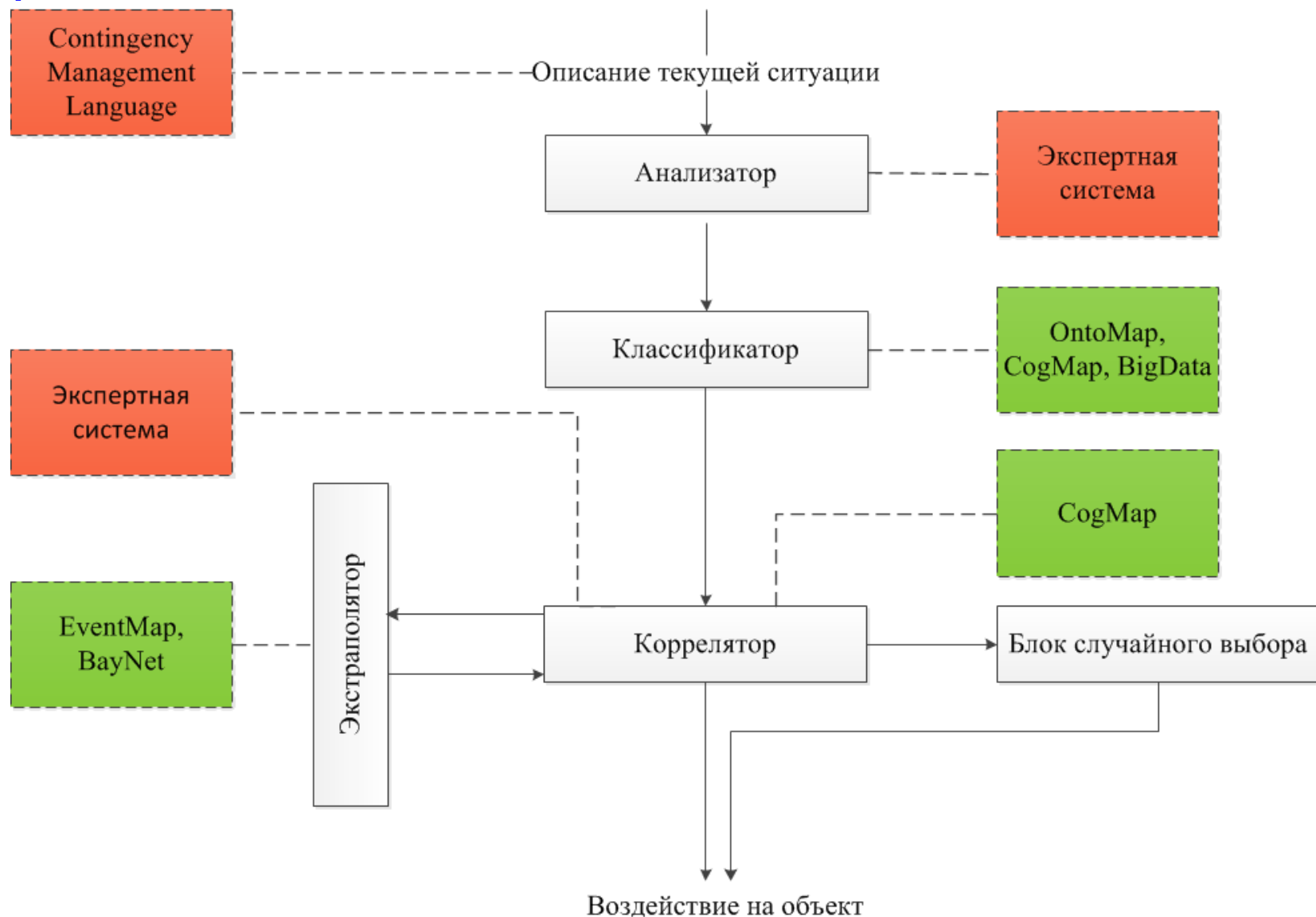
6. РЕАЛИЗАЦИЯ СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (Д.А. Поспелов)



Постановка задачи, связанной с описанием ситуаций, а также структуры и функционирования объекта управления:
найти такой способ естественно-языкового описания необходимой информации, который позволял бы реализовать основные процедуры ситуационного управления:
классификацию, корреляцию (соотнесение с помощью ЛТП описания ситуаций с одношаговыми решениями),
экстраполяцию (Д.А. Пospelov).

РЕАЛИЗАЦИЯ СЕМИОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ



АРХИТЕКТУРА СИТУАЦИОННОГО ПОЛИГОНА



CML КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ СЕМИОТИЧЕСКОГО ТИПА

Таким образом, CML рассматривается как **надстройка над существующей версией** Ситуационного полигона, или, скорее, **оболочка (shell)** и выполняет функции как создания и пополнения баз знаний, так и функции интеграции всех компонентов Ситуационного полигона,

что, по сути дела, и превращает Ситуационный полигон в **интеллектуальную систему управления семиотического типа**, поскольку именно с помощью CML можно описывать

правила изменения компонентов формальной модели, приведенной выше: множества основных символов T ; множества синтаксических правил R ; множества знаний о предметной области A ; множества правил вывода решений (прагматических правил) P .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рассмотрено понятие критических инфраструктур и обосновано применение концепции ситуационного управления для выявления критически важных объектов на основе анализа возможных критических ситуаций
2. Рассмотрена современная трактовка ситуационного управления и ее интерпретация в одной из критических инфраструктур – в энергетике.
3. Определены основные понятия визуальной аналитики и когнитивной графики, показано, что графические семантические модели обладают свойствами когнитивной графики.
4. Рассмотрена трактовка семиотического подхода по Поспелову и предложено рассматривать семантическое моделирование как одно из направлений семиотического подхода.
5. Рассмотрена реализация семиотического подхода с использованием авторских инструментальных средств семантического моделирования и экспертных систем.

Результаты получены при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-07-00140, № 14-07-00422, № 15-07-01284, №15-57-04074 Бел_мол_а, №16-07-00474.

Благодарю за внимание

massel@isem.irk.ru
lvmassel@gmail.com

