



OSTIS-2014

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.8+620

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Массель Л.В., Массель А.Г.

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
г. Иркутск, Россия*

massel@isem.sei.irk.ru

amassel@gmail.com

В статье описаны этапы развития научного направления «ситуационное управление» и роль в его развитии Д.А. Пospelova и В.В. Мартынова. Уделяется внимание современному состоянию и тенденциям развития ситуационного управления, рассматривается предложенный авторами подход к ситуационному управлению в энергетике, основанный на ситуационном анализе и ситуационном моделировании, а также роль семантического моделирования в этом подходе. Прослеживается связь между ситуационной осведомленностью и получившей распространение в последнее время петлей Бойда (цикл OODA), делается вывод о перспективности их применения в ситуационном управлении совместно с технологиями семантического моделирования. Предлагается использовать этот подход при создании интеллектуальных энергетических систем.

Ключевые слова: ситуационное управление, семантические технологии; онтологическое; когнитивное и событийное моделирование, ситуационная осведомленность.

Введение

Научное направление «ситуационное управление» сформировалось и получило широкое распространение в 70-80-е гг. 20 века. В 90-х годах произошел спад интереса к этому направлению, объяснявшийся рядом объективных причин, но, начиная с середины 2000-х годов 21 века, наблюдается повышение интереса к ситуационному управлению.

В статье кратко рассматривается история развития «ситуационного управления», роль в его развитии белорусского ученого В.В. Мартынова, а также современное состояние и тенденции развития этого направления в наше время. Высказанная в свое время Д.А. Пospelovым идея о необходимости применения в этой области идей искусственного интеллекта получила в наше время новую трактовку (intelligent computing) и новое наполнение, связанные, в том числе, с применением семантического моделирования.

На примере исследований проблем энергетической безопасности рассматриваются вопросы применения ситуационного анализа и ситуационного моделирования, как предпосылки ситуационного управления в энергетике, а также роль и место семантического моделирования. Отмечается актуальность нового направления,

связанного с 3D-визуализацией, получившего название «ситуационная осведомленность». Предлагается совместное применение для целей ситуационного управления цикла OODA и инструментальных средств семантического моделирования и ситуационной осведомленности.

1. История возникновения термина «ситуационное управление»

Термин «ситуационное управление» сформировался в 60-е годы прошлого века. Основателем этого направления по праву считается Д.А. Пospelov. Первоначально использовался термин «модельное управление», эта концепция активно развивалась В.Н. Пушкиным и Д.А. Пospelovым, итоги ее развития были подведены в книге [Пospelov, 1972]. Затем возник термин «ситуационная модель». С появлением статьи Д.А. Пospelova [Пospelov, 1971] термин «ситуационное управление» вытесняет все остальные. Вклад в формирование нового направления внесли ученики Д.А. Пospelova: Железов Ж.И., развивавший теорию дискретных ситуационных сетей и Клыков Ю.И., разработавший язык синтагматических цепей – специальный язык моделирования для описания ситуаций и принятия решений в ситуационном управлении, опиравшийся на предложенный Д.А. Пospelovым и сейчас

незаслуженно забытый язык RX-кодов, который, по сути, является прообразом онтологий. Существенный вклад в развитие ситуационного направления внесли монографии Ю.И. Клыкова [Клыков, 1974] и Д.А. Поспелова [Поспелов, 1975]. Главным достижением этого направления в то время стала идея Д.А. Поспелова о необходимости применения в этой области методов искусственного интеллекта [Поспелов, 1981]. Наиболее полно итоги этого направления и исторический очерк его развития в 1960-х -1980-х гг. приведены в книге [Поспелов, 1986].

2. Вклад В.В. Мартынова в развитие направления «Ситуационное управление».

В 60-е гг. прошлого столетия научное направление «Искусственный интеллект» в нашей стране еще только формировалось, но уже возникло четкое понимание того, что без концептуальной структуризации знаний, без их формального представления и преобразования создать искусственный интеллект невозможно. Добиться этого интуитивными эвристическими приемами не удалось. Опираясь на взаимосвязи лингвистики с семиологией, праксиологией и теорией информации, белорусский ученый – лингвист В.В. Мартынов предложил способ «исчисления языковых смыслов». В монографии «Кибернетика. Семиотика. Лингвистика» [Мартынов, 1966] им излагаются основы и перспективы дедуктивной семиологии, а его следующая большая работа «Семиологические основы информатики» [Мартынов, 1974] уже содержит прототип универсального семантического кода (УСК) как средства снятия неопределенности и многозначности естественного языка. В.В. Мартынову удалось на основе своего кода построить исчисление смыслов и закодировать около 700 наиболее часто употребляемых глаголов. Первую версию УСК, описанную в одноименной монографии «Универсальный семантический код. Грамматика. Словарь. Тексты» [Мартынов, 1977], Виктор Владимирович совершенствует в ряде последующих работ в 1982 -1995 гг. (УСК-2, УСК-3, УСК-4, УСК-5), наиболее полное, завершающее описание его работ представлено в монографиях «Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний» [Мартынов, 2001] и «В центре сознания человека» [Мартынов, 2009]. Международный биографический центр в Кембридже справедливо признал, что вклад В.В. Мартынова в науку может быть оценен как «Достижение XX века».

3. Модели и языки ситуационного управления

Ситуационное управление, согласно [Поспелов, 1986], основано на понятиях ситуации, классификации ситуаций и их преобразования. Справедливо отмечалось, что ситуационное

управление требует больших затрат на предварительное создание базы знаний об объекте управления, его функционировании и способах управления им, причем эти затраты оправданы, если невозможно формализовать описания объекта и способов управления им. Потребовались новые модели представления объектов управления и разработка специальных языков для описания ситуаций, складывающихся на объекте управления и в системе управления им.

Для описания объектов управления предлагалось использовать *семиотические, или знаковые модели*, которые включали как необходимые формализмы, так и правила их изменения. От классической формальной модели $M = \langle T, P, A, \Pi \rangle$, где T – множество базовых элементов, P – синтаксические правила, A – система аксиом, Π – семантические правила, предлагалось перейти к семиотической модели, которая включала как формальную модель M , так и правила изменения множеств T, P, A, Π [Поспелов, 1986]. Предлагалось использовать также формальную интерпретируемую модель

$$L = \langle Z, D, H, V \rangle,$$

где Z – множество интерпретируемых значений, D – правила отображений $T \Leftrightarrow Z$, которое является многозначным в обе стороны, H – правила отображения, определяющие реализацию отображения, V – правила интерпретации.

Кроме того, для описания модели объекта управления использовались также дискретные ситуационные сети (ДСС). ДСС определялась как $\langle I, C, P, O, X \rangle$, где I – множество истоков, C – множество стоков, P – множество решателей, O – множество объектов, X – множество характеристик этих объектов. Две вершины ДСС соединялись связью, если объекты могли попасть из одной вершины в другую, минуя остальные вершины.

В качестве языков ситуационного управления рассматривались: язык исчисления предикатов первого порядка, язык RX-кодов, универсальный семантический код; предлагалось создать универсальный ЯСУ на основе ДСС. Рассмотрим подробнее язык RX-кодов и УСК.

В языке RX-кодов рассматриваются понятия и отношения. Каждое понятие, кроме базовых, задается соотношением:

$$X_N = X_1 R_1, X_2 R_2, \dots X_{N-1} R_{N-1},$$

где X_i – понятия, R_i – отношения. Таким образом, понятие X_N определяется через понятия $X_1, X_2, \dots X_{N-1}$ с помощью отношений $R_1, R_2, \dots R_{N-1}$.

Для описания ситуаций предлагалось использовать также универсальный семантический код (УСК) В.В. Мартынова. Простой ядерной конструкцией в УСК является тройка вида (SAO) , где S соответствует субъекту, совершающему акцию A , а O – объект, на который направлена данная акция. Вводится замкнутая система операций, позволяющая из простых ядерных конструкций строить более сложные цепочки.

Описанные выше подходы получили достаточно

широкое распространение к концу 1980-х гг. прошлого века, учитывая, что их развитие совпало с «пиком завышенных ожиданий» в области искусственного интеллекта.

4. Современное состояние и тенденции развития ситуационного управления

Спад интереса к ситуационному управлению в России, наступивший в 90-х гг., помимо объективного изменения внешних экономико-политических условий, можно объяснить как наступившей «зимой искусственного интеллекта», так и трудностями, с которыми столкнулись разработчики, пытаясь построить модели сложных объектов управления с помощью предлагаемых подходов.

Тем не менее, в настоящее время можно констатировать новый виток интереса к этому направлению, который подкрепляется как наличием более совершенной техники, так и появлением новых методов и подходов, в том числе семантического моделирования. За это время претерпела изменения сама парадигма искусственного интеллекта: если на ранних этапах его развития предполагалось, что системы ИИ могут заменять, в ряде случаев, естественный интеллект, сейчас получают распространение *интеллектуальные вычисления (Intelligent Computing)*, под которыми понимаются методы и системы искусственного интеллекта, направленные на усиление и поддержку естественного интеллекта (поддержку принятия решений экспертами).

Получают распространение более прагматические трактовки ситуационного управления. В словаре терминов МЧС (2010) ситуационное управление определяется как деятельность органов управления, при которой решения и управляющие воздействия субъекта управления основываются на анализе вариантов принятия решения с учетом: текущего состояния объекта управления, располагаемых вариантов действий и прогноза последствий принимаемых управленческих воздействий. В [Кураков, 2004] ситуационное управление определяется как оперативное управление, осуществляемое в дополнение к стратегическому, перспективному и заключается в принятии управленческих решений по мере возникновения проблем в соответствующей складывающейся экономической ситуации.

В [Васильев, 2012] используется идея ситуационного управления, суть которой заключается в выборе управленческих решений с учетом сложившейся ситуации из некоторого набора допустимых (типовых, стандартных) управляющих воздействий. Под текущей ситуацией S при этом понимается совокупность текущего состояния объекта (вектор состояния X) и его внешней среды (вектор возмущений F). Тогда $C = \langle X, F \rangle$.

Вводится также 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 G_g , к которой должна быть приведена имеющаяся текущая ситуация. Тогда $S = \langle C, G_g \rangle$.

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:

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

Таким образом, ситуационное управление выступает как отображение:

$$(Q', Q'') \rightarrow U \in \Omega_u,$$

сопоставляющее паре «текущая ситуация - целевая ситуация» требуемый результат – управление U . Другими словами, при ситуационном управлении проблема выбора управляющих воздействий сводится к адекватной оценке состояния объекта и среды (что усложняется при наличии факторов неопределенности), отнесению соответствующей текущей ситуации к одному из типовых классов и выбору такого управления (из определенного набора альтернатив), которое приводит к достижению поставленной цели управления (целевой ситуации) [Васильев, 2012].

5. Ситуационный анализ и семантическое моделирование в энергетике.

Изложенный выше подход можно проиллюстрировать на примере энергетики. На рис. 1 представлена общая схема исследований проблем энергетической безопасности (ЭБ) с точки зрения ситуационного управления, или, иначе, оценки состояния ТЭК в условиях возможных сценариев угроз ЭБ с учетом мероприятий, направленных на повышение уровня ЭБ. Сопоставим эту схему с подходом, описанным выше.

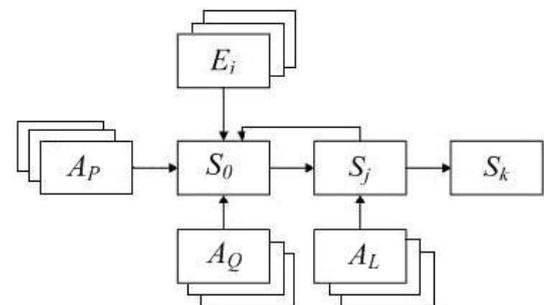


Рисунок 1 - Общая схема исследований по оценке состояния ТЭК с точки зрения ситуационного управления

Здесь S_0 – начальное состояние ТЭК, может рассматриваться как текущая ситуация C ; E_i - сценарии возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в случае реализации угроз ЭБ (аналогичны влиянию внешней среды F); $A = A_p \cup A_q \cup A_L$ – набор превентивных,

оперативных и ликвидационных мероприятий, предотвращающих, нейтрализующих или смягчающих последствия чрезвычайной ситуации (может рассматриваться как набор соответствующих управлений U); S_j – состояние ТЭК после чрезвычайной ситуации E_i (реализации угроз) с учетом выполнения набора мероприятий A_p и/или A_Q ; S_k – состояние ТЭК после проведения ликвидационных мер A_L (S_j и S_k могут рассматриваться как аналоги соответствующих целевых ситуаций G_g).

Авторами предложено использовать в этих исследованиях ситуационный анализ и ситуационное моделирование, как предпосылки ситуационного управления. Задачей ситуационного анализа является выявление параметров и существенных факторов, или «обстоятельств», определяющих ситуацию, взаимосвязей между факторами и степени их взаимовлияния. Под ситуацией понимается совокупность обстоятельств, определяющих внутреннее состояние объекта или системы, и обстоятельств, определяющих состояние окружающей среды по отношению к данному объекту или системе. Первые описываются параметрами, характеризующими состояние системы (X), вторые – условиями окружающей среды или существенными факторами, влияющими на развитие системы (F). Ситуационное моделирование заключается в моделировании ситуаций и перехода из одной ситуации в другую. Ситуационный анализ включает: анализ проблемных ситуаций (например, ЧС в энергетике); выявление путей разрешения проблемных ситуаций (альтернатив) или управляющих воздействий (U) (в нашем случае – выбор из описанного выше множества $A = A_p \cup A_Q \cup A_L$); определение критериев оценки альтернатив (например, экономических); анализ альтернатив; выбор и реализацию наилучшей альтернативы.

Учитывая, что наличие факторов неопределенности усложняет адекватную оценку состояния объекта и среды, авторами предложено использовать семантические технологии ситуационного анализа, к которым отнесены онтологическое, когнитивное и событийное моделирование [Массель Л., 2010], [Массель А., 2010] (рис. 2).

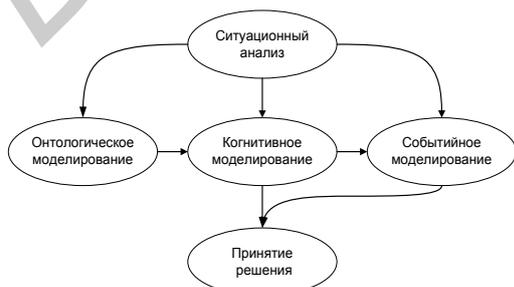


Рисунок 2 - Взаимосвязь семантических технологий ситуационного анализа.

Под *когнитивным моделированием* понимается построение когнитивных моделей, или, иначе, когнитивных карт (ориентированных графов), в которых вершины соответствуют факторам (концептам), а дуги – связям между факторами (положительным или отрицательным), в зависимости от характера причинно-следственного отношения [Трахтенгерц, 1988]. Математическим аппаратом для построения когнитивных моделей является теория графов. Следует отметить, что подход, основанный на использовании когнитивных карт для описания слабоструктурированных ситуаций, на протяжении ряда лет развивается в Институте проблем управления РАН, проводятся регулярные конференции, посвященные этим проблемам, на одной из которых были представлены также результаты авторов [Массель А., 2011].

Сущность *событийного метода моделирования* заключается в отслеживании на модели последовательности событий в том же порядке, в каком они происходили бы в реальной системе. Задаваемые моделью последовательности реализаций событий – цепочки событий – описывают сценарии реакции системы на возникновение инициирующего события, стоящего в начале цепочки.

В качестве инструмента событийного моделирования используется аппарат Joiner-сетей (JN) – одной из разновидностей алгебраических сетей, предложенной в [Столяров, 2004], [Столяров, 2010]. Joiner-сети можно рассматривать как расширение сетей Петри, ориентированное на построение поведенческих моделей. В основе теории JN лежит описание логики взаимодействия асинхронных процессов в виде набора пусковых и флаговых функций, состоящих из булевых функций. Особенностью JN является то, что они предусматривают как графическое представление, так и описание в виде логических формул, обработку которых можно автоматизировать.

Подробнее технологии семантического моделирования и инструментальные средства их поддержки (интеллектуальная ИТ-среда) рассматривались авторами в [Массель Л., А., 2012] а также на конференции OSTIS -2013 [Массель Л., А., 2013]. Рассмотрим еще один актуальный аспект современного подхода к ситуационному управлению – ситуационную осведомленность.

6. Ситуационная осведомленность и ситуационное управление

Понятие «*ситуационная осведомленность*», или Situational Awareness, сформировалось на рубеже 1990-х годов и связано в первую очередь с пионерными работами Мика Эндсли (Mica R. Endsley). Согласно классическому определению, принцип Situational Awareness представляет собой «чувственное восприятие элементов обстановки в (едином) пространственно-временном континууме, осознанное восприятие их значения, а также проецирование их в ближайшее будущее».

Ситуационная осведомленность базируется на новом подходе к визуализации геопространственных данных, первоначально названном в нашей стране «неогеографией», авторы используют термин 3D - визуализация.

Реализованный геокомпонент 3D - визуализации [Иванов, 2013] включен в состав интеллектуальной ИТ-среды и позволяет использовать ситуационную осведомленность при решении прикладных задач [Массель Л., А., 2012], [Массель Л. и др., 2013].

В этой связи следует упомянуть предложенную полковником Джоном Бойдом «петлю Бойда» или OODA [Черняк, 2013]. Цикл Бойда, описанный в 1995 году, состоит из четырех составляющих: Observe («наблюдай»), Orient («ориентируйся»), Decide («решай») и Act («действуй»). На рис. 3 приведена его простейшая версия.

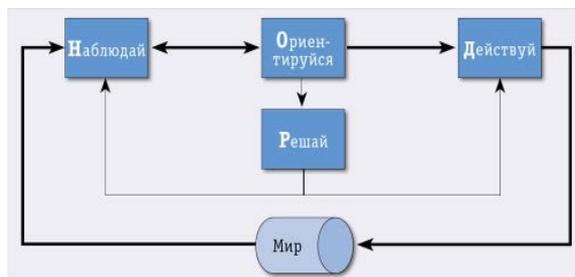


Рис. 3. Простейшая версия петли Бойда (OODA)

Составляющие цикла OODA: 1) *наблюдение (observation)* – преобразование изменений во внешней среде в форму сигналов-данных, которые могут быть использованы в последующем; 2) *ориентация (orientation)* – когнитивный процесс оценки данных в соответствии с контекстом, наделение данных смыслом (sensemaking), преобразование данных в информацию; 3) *решение (decision)* – выбор альтернатив из ряда возможных; 4) *действие (action)* – воздействие на окружающую среду. Очевидно, что ситуационная осведомленность и семантическое моделирование могут использоваться на первом и втором этапах цикла OODA («наблюдай» и «ориентируйся»).

Несмотря на то, что обычно ссылки на OODA обнаруживаются в текстах, посвященных попыткам практического использования технологий Big Data (Больших Данных) и связываются с переходом к экономике знаний в эпоху Big Data или когнитивных компьютерных систем, авторы считают, что здесь прослеживается прямая связь с ситуационным управлением, в котором на современном этапе играют большую роль как семантическое моделирование, так и ситуационная осведомленность.

7. Интеллектуальные системы ситуационного управления

В настоящее время все большее внимание привлекают задачи управления сложными динамическими объектами. К ним относятся современные летательные аппараты, силовые и энергетические установки, мобильные роботы и др.

Как справедливо отмечается в [Васильев, 2009], для них характерны отсутствие точных математических моделей либо их чрезмерная сложность, высокая размерность пространства состояний и принимаемых решений по управлению, иерархичность, многообразие критериев качества, высокий уровень шумов и внешних возмущений.

Очевидно, что для систем с неполной информацией и высокой сложностью объекта управления становится все более актуальным применение методов ситуационного управления, основанных на интеллектуальных технологиях.

В энергетике авторы развивают этот подход в рамках направления, связанного с созданием интеллектуальных энергетических систем (ИЭС), получившего за рубежом название Smart Grid [Массель Л., А., 2012], [Массель Л. и др., 2013].

Наряду с применением в ИЭС уже ставших традиционными методов искусственного интеллекта (нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика), все большее внимание энергетиков привлекают так называемые «системы с целеполаганием», то есть интеллектуальные системы управления, которые имеют несколько целей функционирования (или умеют генерировать эти цели), выбирая самую подходящую цель в зависимости от окружающей среды, умеют прогнозировать поведение окружающей среды и свое собственное состояние. Пока такие системы в энергетике отсутствуют, но представляется, что совместные усилия ИТ-специалистов и энергетиков позволят приблизить решение этой проблемы.

Заключение

Основателем научного направления «ситуационное управление» заслуженно считается Д.А. Пospelов, в связи с чем в статье приведена библиография его основных работ по этой тематике. Отмечен вклад в это направление белорусского ученого-лингвиста В.В. Мартынова – один из языков ситуационного управления (универсальный семантический код – УСК). Анализируются современное состояние и тенденции развития ситуационного управления, интерес к которому повышается в последнее время. Авторами предлагается подход к ситуационному управлению в энергетике, основанный на ситуационном анализе и ситуационном моделировании, акцентируется внимание на роли семантического моделирования в этом подходе. Рассматривается ситуационная осведомленность, как актуальный аспект современного подхода к ситуационному управлению. Прослеживается связь между ситуационной осведомленностью и получившей распространение в последнее время петлей Бойда (цикл OODA), делается вывод о перспективности их применения в ситуационном управлении совместно с технологиями семантического моделирования.

Результаты, представленные в статье, получены при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-07-00140, № 12-07-00359, гранта

Программы Президиума РАН №229 и гранта на выполнение интеграционного проекта СО РАН и НАН Беларуси №18 (2012-2014).

Библиографический список

- [Поспелов, 1972] Поспелов Д.А., Пушкин В.Н. Мышление и автоматы. – М.: Советское радио, 1972. – 22 с.
- [Поспелов, 1971] Поспелов Д.А. Принципы ситуационного управления. – Известия РАН СССР, Техническая кибернетика. – 1971. – №2. – С. 10-17.
- [Клыков, 1974] Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. – М.: Энергия. – 1974. – 134 с.
- [Поспелов, 1975] Поспелов Д.А. Большие системы. Ситуационное управление. – М.: Знание, 1975. – 62 с.
- [Поспелов, 1981] Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергия, 1981. – 231 с.
- [Поспелов, 1986] Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 284 с.
- [Мартынов, 1966] Мартынов В.В. Кибернетика. Семиотика. Лингвистика. – Минск: Наука и техника, 1966. – 148 с.
- [Мартынов, 1974] Мартынов В.В. Семиологические основы информатики. – Минск: Наука и техника, 1974. – 192 с.
- [Мартынов, 1977] Мартынов В.В. Универсальный семантический код. Грамматика. Словарь. Тексты. – Минск: Наука и техника, 1977. – 191 с.
- [Мартынов, 2001] Мартынов В.В. Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний. – Минск: Европейский государственный университет, 2001. – 140 с.
- [Мартынов, 2009] Мартынов В.В. В центре сознания человека. – Минск, БГУ, 2009. – 271 с.
- [Кураков, 2004] Экономика и управление, финансы и право: словарь-справочник / авт.-сост.: Л. П. Кураков, В. Л. Кураков, А. Л. Кураков. – М.: Вуз и школа, 2004. – 1288 с.
- [Васильев, 2012] Васильев В.И. Интеллектуальные системы защиты информации – М.: Машиностроение, 2012. – 171 с.
- [Массель Л., 2010] Массель Л.В. Применение онтологического, когнитивного и событийного моделирования для анализа развития и последствий чрезвычайных ситуаций в энергетике / Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – №2. – 2010. – С. 34-43.
- [Массель А., 2010] Массель А.Г. Методологический подход к организации интеллектуальной поддержки исследований проблемы энергетической безопасности / «Информационные технологии». – №9. – 2010. – С. 32-36.
- [Трахтенгерц, 1988] Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376 с.
- [Массель А., 2011] Массель А.Г. Когнитивный подход в исследованиях проблем энергетической безопасности России / Когнитивный анализ и управление развитием ситуации (CASC'2011): Труды IX Международной конференции (14-16 ноября 2011 г., Москва). – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 224-228.
- [Столяров, 2004] Столяров Л.Н., Новик К.В. Реализация параллельных процессов с помощью сетей Joiner-net // Информационные и математические технологии / Труды Байкальской Всероссийской конференции. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2004. – С. 11-14.
- [Столяров, 2010] Столяров Л.Н. Философия событийного моделирования на примере сценария энергетической катастрофы // Труды Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе». – Украина, Гурзуф, 2010. – С. 197-200.
- [Массель Л., А., 2012] Массель Л.В., Массель А.Г. Интеллектуальные вычисления в исследованиях направлений развития энергетики // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 5. Управление, вычислительная техника и информатика. – С. 135-141.
- [Массель Л., А., 2013] 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.
- [Иванов, 2013] Иванов Р.А. Методика 3D-визуализации для поддержки принятия решений в энергетических исследованиях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2013. №1(37). – С. 116-121.
- [Массель Л. и др., 2013] Массель Л.В., Иванов Р.А., Массель А.Г. Моделирование этапов принятия решений на

основе сетцентрического подхода / Вестник ИргТУ. – №10 (81). – 2013. – С. 16-22.

[Черняк, 2013] Черняк Л. Петля Бойда и кибернетика второго порядка. – Открытые системы. – №7. – 2013. – С. 23-26.

[Васильев, 2009] Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления: теория и практика. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.

[Массель Л., 2012] Массель Л.В. Интеллектуализация поддержки принятия решений при моделировании и управлении режимами в Smart Grid // Интеллектуализация обработки информации: Труды 9-й Международной конференции. – Черногория, Будва, 2012. – С. 692-695.

CONTINGENCY MANAGEMENT AND SEMANTIC MODELING IN ENERGY SECTOR

Massel L.V., Massel A.G.

*Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences
Irkutsk, Russia*

massel@isem.sei.irk.ru

amassel@gmail.com

This article describes the stages of development of scientific direction "contingency management" and the role in its formation of D.A. Pospelov and V.V. Martynov. Attention is paid to the current status and trends of contingency management. The authors propose approach to contingency management in the energy sector, based on the situational analysis and situational modeling. It's offered to use ontological, cognitive and event modeling as semantic modeling techniques.

Introduction

The article briefly reviews the history of the "contingency management" development and role in this process of the Belarusian scientist V.V. Martynov. The current status and development trend in this direction in our time are considered.

Main Part

The authors propose approach to contingency management in the energy sector, based on the situational analysis and situational modeling and consider using of semantic modeling in this approach. Correlation between situational awareness and widely spread recently Boyd loop (cycle OODA) is traced, the prospects of their use for contingency management in conjunction with semantic modeling techniques is discussed. Intelligent systems of contingency management are considered. It is proposed to use the techniques of situational management and semantic modeling to create intelligent energy systems (Smart Grid).

Conclusion

The results presented in this paper were obtained with the partial financial support by RFBR grants № 13-07-00140, № 12-07-00359, by grant of RAS Presidium Program № 229 and by grant for the implementation of the integration project of SB RAS and the National Academy of Sciences of Belarus № 18 (2012-2014).