УДК 519.8
DOI: http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2018-3-74-82

А.А. Микрюков, М.Е. Мазуров, П.А. Смелов

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Полимодельный комплекс в информационно-аналитической среде ситуационного центра*

Цель исследования: *Целью исследования является выработка предложений по совершенствованию системы поддержки принятия решений, как подсистемы информационно-аналитического обеспечения ситуационного центра, позволяющих повысить обоснованность, точность и достоверность принимаемых решений при моделировании слабоструктурированных систем (крупномасштабных экономических, организационно-технических или социальных систем), функционирующих в условиях существенной неопределенности воздействия внешний среды и внутренних факторов.*

Материалы и методы исследования: *В основе проведенного исследования лежит новая парадигма – необходимость интеграции и конвергенции (сближения) различных подходов и моделей (ситуационного, имитационного, экспертного, когнитивного, семиотического и др.), программных сред и технических решений при построении информационно-аналитических систем ситуационных центров. Проведенный анализ позволил обосновать целесообразность применения в составе систем поддержки принятия решений полимодельных комплексов с формализованными процедурами принятия решений. При решении задачи выбора наиболее предпочтительной модели оцениваются и учитываются основные свойства моделей, такие как: адекватность (качественная и количественная), простота и оптимальность, гибкость (адаптивность), универсальность и проблемная ориентация модели. Совместное использование разнородных моделей в составе полимодельного комплекса позволяет повысить точность и достоверность решения задачи выбора наиболее предпочтительной модели объекта исследования.*

Результаты: *Обоснована необходимость интеграции и конвергенции (сближения) различных подходов и моделей (ситуационного, имитационного, экспертного, когнитивного, семиотического и др., при построении интеллектуальной системы поддержки принятия решений ситуационного центра. Показана целесообразность описания исследуемого объекта совокупностью разнородных и комбинированных моделей с возможностью учета структурной динамики объекта моделирования (организационно-технические, социально-экономические системы и др.), а также адаптации моделей с учетом изменений объекта исследования и последующего сравнения полученных результатов. Предложен подход на основе применения полимодельного комплекса в составе информационно-аналитической системы ситуационного центра, обеспечивающий синтез адекватной модели объекта исследования. С этой целью в составе параметров и структур вводятся дополнительные элементы (избыточность), позволяющие при непосредственном использовании модели управлять качеством модели и обеспечить ее робастность (нечувствительность к изменениям состава, структуры и содержания исходных данных).*

Заключение. *В статье рассмотрены предложения по совершенствованию системы поддержки принятия решений ситуационного центра с использованием полимодельных комплексов с формализованными процедурами принятия решений. Преимуществом полимодельного комплекса является возможность решения одной и той же задач с использованием различных моделей и последующего сравнения полученных результатов, описания исследуемого объекта совокупностью разнородных и комбинированных моделей, возможностью учета структурной динамики объекта моделирования (организационно-технические, социально-экономические системы и др.), а также адаптации модели с учетом изменений объекта исследования. Разработанные предложения направлены на повышение точности и достоверности результатов моделирования слабоструктурированных систем, обоснованности принятия управленческих решений. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании научно-методического обеспечения функционирования систем поддержки принятия решений, как составной части информационно-аналитической системы СЦ.*

Ключевые слова: *когнитивный и конвергентный подходы, системы поддержки принятия решений, информационно-аналитическое обеспечение ситуационного центра, полимодельные комплексы, слабоструктурированные системы*

Andrey A. Mikryukov, Mikhail E. Mazurov, Pavel A. Smelov

Russian Plekhanov Economic University, Moscow, Russia

Poly-model complex in the information and analytical environment of the Situation Centre

Objective. *The aim of this study is to develop proposals for improving decision support system, as a subsystem of information and analytical support of the Situation Centre, allowing to increase the validity, accuracy and reliability of decisions taken in modeling semi-structured systems (large-scale economic, organizational, technical or social systems), operating in conditions of significant uncertainty of the external environment and internal factors.*

Materials and methods. *The basis of the study is a new paradigm - the need for integration and convergence of various approaches and models (situation, simulation, expertise, cognitive, semiotic etc.), Software environments and technical solutions in the construction of information-analytical systems of Situation Centres. The analysis made it possible to justify the expediency of applying poly-model complexes with formalized decision-making procedures as part of decision support systems. When solving the problem of choosing the most preferable model, the main properties of models are evaluated, such as adequacy (qualitative and quantitative), simplicity and optimality, flexibility (adaptability), universality and problem orientation of the model. The joint use of heterogeneous models in the composition of a poly-model complex makes it possible to increase the accuracy and reliability of solving the problem of choosing the most preferable model of the object of investigation.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект№ 18-07-00918А от 7.09.17 г.)

Results. *The necessity of integration and convergence of various approaches and models (situation, simulation, expertise, cognitive, semiotic and others) is presented in the construction of intelligent decision-making support system for the Situation Centre. Expediency description of the object under study by a set of heterogeneous and composite models with the possibility of accounting for the structural dynamics of the modeling object (organizational-technical, socio-economic systems, etc.) is shown, as well as adaptation of the modes with changes for the research object and then comparing the results obtained. An approach based on the use of poly-model complex is proposed, consisting of information analysis system of the Situation Centre that provides the synthesis of an adequate model of the study object. For this purpose, additional elements are introduced in the composition parameters and structures (redundancy) allowing for the direct use of the model to control the quality of the model, to ensure its robustness (insensitivity to changes in composition, structure and content of the original data).* ***The conclusion.*** *The article discusses proposals for improving the decision support system for the Situation Center, using poly-model complexes with formalized decision-making procedures. The advantage of poly-model complex is a possibility of solving the same problems with the use of different models and then comparing the results obtained, a description of the object under study by the set of heterogeneous and composite models, the possibility of taking into account the structural dynamics of the modeling object (organizational, technical, social and economic systems, and others) as well as adaptation of the model taking into account changes in the research object. The developed proposals are aimed at increasing the accuracy and reliability of the results of modeling of weakly structured systems for the validity of management decisions. The obtained results can be used to improve the scientific and methodological support of the functioning of decision support systems as an integral part of the information and analytical system of the Situation Centre.*

Keywords: *cognitive and convergent approaches, decision-making support systems, information-analytical support of the Situation Centre, poly-model complexes, weakly structured systems*

1. Введение

В настоящее время создана и быстро развивается система ситуационных центров (СЦ) органов государственной власти. СЦ создаются в министерствах и ведомствах, регионах, на предприятиях, учебных заведениях.

Как известно, СЦ представляют собой современные высокотехнологичные инструменты управленческой деятельности, позволяющие наиболее полно и оперативно представлять органам управления информацию о сложившейся ситуации, прогнозировать возможные сценарии ее развития, оперативно подготавливать возможные альтернативные варианты управленческих решений и оценивать их возможные последствия.

Важность СЦ для решения задач развития современной цифровой экономики, трудно переоценить.

Необходимость применения СЦ для развития современной российской экономики, которая имеет прогнозно-аналитический характер, отмечает директор ЦЭМИ В.Л. Макаров: «Считаю, следующая экономика в России будет не рыночная, как сейчас, а проектная. Именно проекты будут играть важнейшую роль. Для этого в России, как и во всем мире развивается сеть ситуационных центров...» [1].

В Министерстве образования и науки РФ успешно функционирует многокомпонентный СЦ в составе: Федерального центра ситуационного анализа (ФЦСА); Информационно-аналитической системы управления сферой образования по ключевым показателям деятельности; СЦ мониторинга сферы образования [2].

Хорошо известен ситуационный центр Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, который появился в 2004 г. В Российском экономическом университете им. Г.В. Плеханова активно функционирует ситуационный центр, решая исследовательские, аналитические и учебные задачи.

Ключевой задачей ситуационных центров является моделирование предметной области. В зависимости от трактовки задач СЦ и сложности его реализации формируются требования к моделям и средствам работы с ними. В простейшем случае СЦ решают задачи консолидации и визуализации многочисленных разнородных исходных данных с помощью аппаратно-программных комплексов, для которых используются различные модели *Data Mining* (*DM*), средства бизнес-аналитики (*BI*), методы индикационного анализа (*KPI, BSC*) и специализированные технические решения. Для более сложных систем дополнительно требуется интерпретация, анализ и прогнозирование ситуаций на основе имеющихся данных и возможных вариантах их изменения, поэтому в них за основу берутся более сложные модели динамического, ситуационного, имитационного, экспертного представления.

Одной из важных задач применения СЦ является оценка текущего состояния, управления и прогнозирования развития сложных крупномасштабных организационно-технических и социально-экономических систем, которые относятся к классу слабоструктурированных систем [3]. При этом актуальной проблемой является получение точных, достоверных и обоснованных результатов моделирования трудно формализуемых или слабоструктурированных задач. В связи с эти требуется развитие подходов к совершенствованию научно-методического обеспечения функционирования информационно-аналитических систем (ИАС) и систем поддержки принятия решений (СППР), используемых в СЦ.

В статье рассматривается и обосновывается необходимость развития методического аппарата, в основе которого лежит применение когнитивных технологий к построению

СППР СЦ нового поколения – когнитивного СЦ. Предложен подход на основе применения полимодельного комплекса в составе информационно-аналитической системы ситуационного центра, обеспечивающий синтез адекватной модели объекта исследования.

2. Когнитивные технологии в архитектуре ИАС СЦ

Основными функциями СЦ является комплексная оценка проблемной ситуации на

основе применения специальных методов обработки больших объемов информации, а также оперативного построения и проигрывания сценариев их развития. Эту функцию выполняют системы подготовки и поддержки принятия решений (СППР), которые базируются на всем арсенале средств обработки информационных ресурсов, технологиях доступа к информационно-аналитическим системам (ИАС), инструментально-моделирующих средствах и методах визуализации. С другой стороны, что является принципиальным отличием от традиционных систем, они ориентированы на конкретного пользователя, его знания, опыт, интуицию, его систему ценностей при принятии решений, что обеспечивает решение даже слабоструктурированных задач [4].

В основе функционирования СЦ лежит ситуационный подход, основанный на ситуационном управлении [5]. Этот подход используется в случаях трудно формализуемого объекта управления, его уникальности, неполноты описания, т. е, когда отсутствует возможность получения точной математической модели объекта исследования, тем не менее объект может быть описан вербально с привлечением экспертов.

В последнее время наблюдается резкое увеличение интереса к ситуационному подходу в различных сферах человеческой деятельности: на крупных предприятиях, учебных заведениях создаются специальные комнаты и центры для анализа работы подразделений и филиалов; в аналитических отделах используются методы ситуационного моделирования для прогнозирования событий и реинжиниринга; в образовательных учреждениях внедряются методы ситуационного обучения. В результате активного развития этого направления существенно расширился класс ситуационных систем и изменилась терминология. Такие понятия, как ситуационный центр (СЦ) и ситуационное моделирование, стали многозначными. Диапазон задач, решаемых в СЦ, очень широк: от глобальных геостратегических военно-политических, экономических и социальных проблем до точечных задач небольшой частной организации. Появилось понятие персонального ситуационного центра.

Управленческая деятельность с использованием ситуационных центров основана на следующих принципах:

– непрерывный мониторинг и моделирование протекающих процессов, прогнозирование сценариев развития ситуаций;

– визуализация управленческих ситуаций и определение причинно-следственных связей анализируемых событий;

– организация коллективной выработки решений с использованием информационных ресурсов, интеллектуальных информационных технологий и средств отображения информации;

– обеспечение оперативного синтеза альтернативных решений.

В настоящее время создается система распределенных СЦ (СРСЦ), позволяющая интегрировать информационные возможности существующих ситуационных центров и обеспечивать оперативный обмен необходимой информацией в целях выработки эффективных управленческих решений. В основе интеграции ресурсов СЦ лежит конвергентный подход, обеспечивающий сближение (сходимость) используемых моделей, программных сред и технических решений, а также сходимость процессов согласования решений при групповом обсуждении текущей проблемы. С учетом особенностей происходящих процессов в организационно-технических и социально-экономических системах: их многоаспектностью, взаимосвязанностью и взаимовлиянием, отсутствием достаточной количественной информации о динамике этих процессов при решении задач поддержки принятия управленческих решений в ИАС СЦ стали использовать когнитивные технологии (лат. cognitio, «познание, изучение, осознание») и средства познавательного (когнитивного) моделирования ситуаций. В основе когнитивных технологий лежит возможность познавать окружающую среду и адаптироваться к ней или изменять ее за счет накопленных в процессе функционирования знаний и приобретенных навыков. Они позволяют получать содержательные, иногда даже парадоксальные решения. Когнитивный подход реализуется через когнитивные системы, представляющие собой программно-аппаратные комплексы.

Теоретическую основу когнитивных систем составляют когнитивные методы, которые объединяют методы познания, (восприятия, накопления информации, мышления, объяснения и понимания), т.е. использования информации при «рассудительном» решении задач.

Образно-когнитивный подход акцентирует внимание на знаниях, точнее на процессах их представления, хранения,

Рис. 1. НБИК-технология и ее компоненты

обработки, интерпретации и производства новых знаний, и учитывает также одно из важнейших качеств, необходимых для принятия решений, – интуицию человека [6].

Когнитивным системам, когнитивному подходу и когнитивной науке в целом в последнее время уделяется пристальное внимания. Причиной этого является парадигма современного (шестого) технологического уклада, основанная на НБИК-технологиях (объединении и сближении (конвергенции) 4-х базовых технологий: нано-, био-, информационных- и когнитивных технологий) [7]. Системообразующим компонентом НБИК-технологий является когнитивные исследования и когнитивные методы (рис.1).

Когнитивные модели и методы находят широкое применение при анализе трудноформализуемых проблем в различных сферах деятельности: экономике, политике, социологии и др. Важной особенностью построения таких моделей является необходимость учета коллективного мнения специалистов и экспертов по каждой конкретной проблеме.

Особенности когнитивной технологии позволяют отнести ее к интеллектуальным технологиям, на основе которых возможна разработка и совершенствование интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Область когнитивных систем в экономике связана с использованием в экономике, производственной сфере и бизнесе методов и моделей искусственного интеллекта, интеллектуальных информационных систем, интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР), интеллектуальной обработки данных и т.д.

Когнитивные методы находят применение в таких областях как торги на фондовой бирже, автоматическое понимание и анализ новостей, кредитный анализ, управление рисками, построение портфелей кредитов и инвестиций, оценка рейтинга банков, автоматизация аудита, предсказание изменений на финансовом рынке и т. д.

Проблематикой реализации когнитивного подхода в моделировании и управлении слабоструктурированными системами (организационными, организационно-техническими, социально-экономическими и т.п.) активно занимаются в ИПУ РАН, ИПМ РАН, ВЦ РАН, ЦЭМИ РАН, ВНИИСИ РАН, ЮФУ, Брянском ГТУ, Волгоградском ГТУ ряде других организаций.

Когнитивный подход впервые был сформулирован в работах американского исследователя Р. Аксельрода и его коллег. Методы когнитивного моделирования при коллективной выработке и принятии решений разработаны в трудах Д. Харта, Ф. Робертса, К. Идена, В. Коско и др.

Большой вклад в развитие когнитивного подхода и его ре-

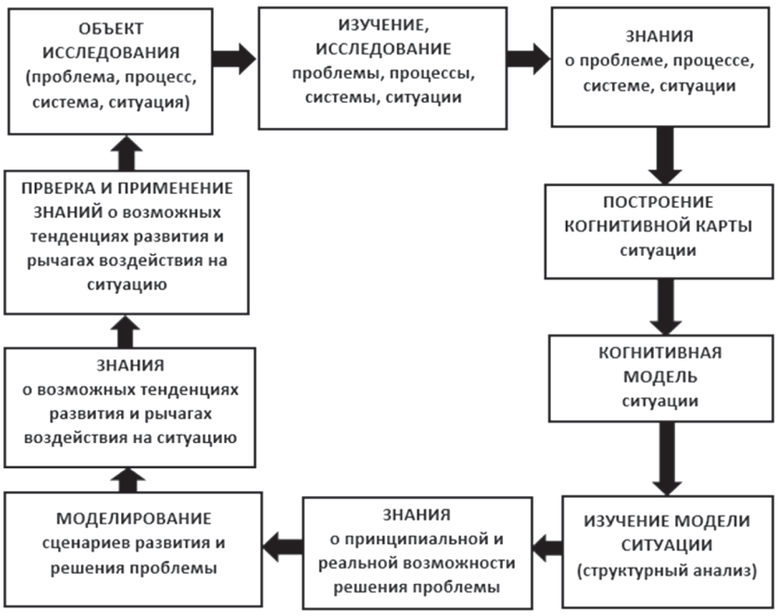

Рис. 2. Циклический процесс когнитивного моделирования

ализацию внесли советские и российские ученые: Н.М. Абдикеев, В.В. Кульба, В.И. Максимов, О.П. Кузнецов, Е.К. Корноушенко, В.Б. Силов, А.М. Новиков, А.Н. Райков, А.А. Кулинич, Н.А. Абрамова, О.И. Ларичев, Н.В. Горелова, Д.А. Коростелев, М.А. Заболотский, А.С. Федулов, В.В. Борисов и др.

В ИПУ РАН разработан подход к решению задач когнитивного моделирования, представляющий собой циклический процесс как совокупность взаимосвязанных этапов (рис. 2). Указанный подход рассчитан на применение одного из методов анализа слабоструктурированных систем, основанного на когнитивных картах.

Когнитивная карта (карта познания) – вид математической модели, представленной в виде графа и позволяющей описывать субъективное восприятие исследователем какого-либо сложного объекта, проблемы или функционирования системы [8].

Она предназначена для выявления структуры причинных связей между элементами системы, сложного объекта, составляющими проблемы и т.п. и оценки последствий, происходящих под влиянием воздействия на эти элементы или изменения характера связей.

К недостаткам когнитивных карт относится то, что на этапе построения модели на основе когнитивной карты, ее параметризации и верификации возникают проблемы, связанные с высоким уровнем ее субъективности, а значит и субъективности процессов принятия решений с ее помощью. Несмотря на недостатки когнитивных карт, они находят широкое применение. При этом, необходимо отметить, что когнитивная карта является не единственной когнитивной моделью в области когнитивного моделирования и анализа. Существуют более сложные модели «прецедентов», «гештальда», «трансформации неявного знания» и др. [9].

Существующие когнитивные модели и методы при всем их многообразии не в полной мере обеспечивают достоверность и точность получаемых результатов, что не всегда приводит к обоснованности принимаемых управленческих решений.

Анализ показал, что тенденциями развития систем поддержки принятия решений СЦ являются:

– ориентация на решение слабо структурируемых и неструктурируемых проблем, характеризующихся невозможностью использования типовых подходов, основанных на точном описании проблемных ситуаций;

– включение в парадигму систем и средств ИППР методов и моделей, основанных на представлении и обработке разнокачественных (в т.ч. и экспертных) данных, знаний;

– смещение акцента в сторону «активной» поддержки принятия решений;

– широкое использование принципов модульности, гибридности, адаптивности, «реального времени»;

– применение методов и технологий интеллектуального анализа данных и знаний.

Сложность и взаимозависимость технических, организационных, социально-экономических и других аспектов современного управления приводит к тому, что принятие управленческого решения неизбежно затрагивает десятки и даже сотни разнообразных факторов, настолько переплетающихся друг с другом, что выделить и проанализировать их отдельно обычными аналитическими методами практически невозможно. Специфика решения ситуационных задач СЦ требует группирования всей совокупность инструментально-моделирующих средств в информационные, интеллектуальные и интерфейсные группы.

Имеет место ряд других недостатков, которые сказываются на эффективности функционирования систем поддержки принятия решений:

– непрозрачность систем анализа и прогнозирования;

– неструктурированность знаний об объекте исследования;

– отсутствие интеграции (композиции) методов поддержки принятия решений;

– отсутствие альтернативных моделей для решения задач одного класса;

– отсутствие взаимодействия между объектом познания и субъектом (ЛПР) в процессе моделирования.

Требует развития методологическая база построения и реализации когнитивного подхода, лежащая в основе подсистемы научно-методического обеспечения функционирования когнитивного СЦ нового поколения.

В работах [10,11] и ряде других работ обосновывается необходимость совершенствования инструментария поддержки принятия решений от точных математических детерминированных или стохастических моделей принятия решений до абстрактных трудно формализуемых или не формализуемых вообще рекомендаций по выработке решений: интеграции и конвергенции (сближения) различных подходов и моделей (ситуационного, имитационного, экспертного, когнитивного, семиотического и др.), программных сред ИСППР и технических решений.

Одним из рациональных подходов для разрешения некоторых из вышеназванных противоречий, по мнению авторов, является реализация в составе СППР когнитивного СЦ полимодельного комплекса с формализованными процедурами выбора наиболее предпочтительной модели и адаптации ее параметров с учетом изменений параметров объекта исследования.

3. Реализация в СППР ИАС когнитивного СЦ полимодельных комплексов

Полимодельный комплекс является составной частью системы информационно-аналитического обеспечения когнитивного ситуационного центра (рис. 3). Преимущества полимодельного комплекса:

– возможность описания исследуемого объекта совокупностью разнородных и комбинированных моделей;

– возможность решения одной и той же задачи с использованием различных моделей и последующего сравнения полученных результатов;

– возможность учета структурной динамики объекта моделирования (организационно-технические, социально-экономические системы и др.), а также адаптация выбранной модели с учетом изменений объекта исследования.

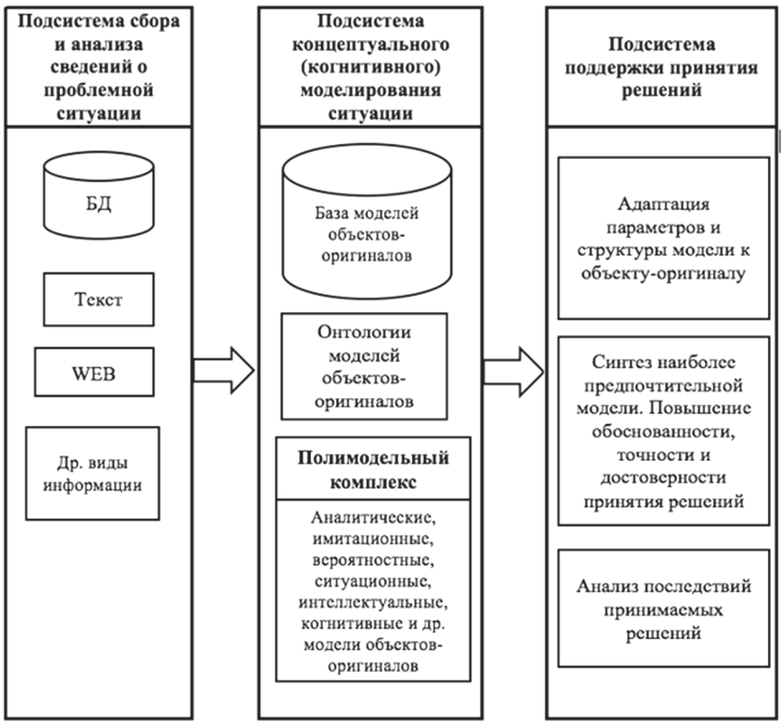

Рис. 3. Информационно-аналитическое обеспечение когнитивного ситуационного центра

На этапе синтеза адекватной модели в составе параметров и структур вводятся дополнительные элементы (избыточность), позволяющие при непосредственном использовании модели управлять качеством модели, обеспечить ее робастность (нечувствительность к изменениям состава, структуры и содержания исходных данных) [12].

При решении задачи выбора наиболее предпочтительной модели необходимо оценивать и учитывать основные свойства моделей, такие как: адекватность (качественная и количественная), простота и оптимальность, гибкость (адаптивность), универсальность и проблемная ориентация модели.

Совместное использование разнородных моделей в составе полимодельного комплекса позволяет повысить гибкость и адаптивность решения задачи выбора предпочтительной модели.

При решении задачи выбора предпочтительной модели объекта исследования $M_{об}$ важное место занимает обеспечение требуемой адекватности моделирования. Причиной неадекватности могут быть неточные исходные предпосылки в определении типа и структуры моделей, погрешности при обработке исходной информации, проведении экспериментов и т.п. Применение неадекватной модели может привести к принятию управленческого решения, следствием чего станут значительные экономические потери, просчеты и т.д.

В случае моделирования организационно-технических, социально-экономических систем и т.п., функционирующих в условиях существенной неопределенности воздействия внешний среды, и относящихся к классу активных систем (активная система – система, в которой управляемые субъекты обладают свойством активности, в том числе свободой выбора своего состояния [12]) вместо термина «адекватность» может применяться термин «полезность, пригодность» модели для решения определенной задачи или класса задач [13].

Пусть объект-оригинал $Ob_{<>}^{op}$ и его модель $Ob_{<>}^{m}$ описываются метрическим пространством математических образов. Тогда, в качестве меры близости модели к объекту-оригиналу можно использовать расстояние $s(Ob_{<>}^{op}, Ob_{<>}^{m})$ между точками указанного пространства (рис. 4).

Т.е. выбирается вариант модели, для которого расстояние $s(Ob_{<>}^{op}, Ob_{<>}^{m}) = \min$. Такой подход справедлив для моделирования сложных технических систем. С такими системами можно проводить эксперименты (испытания) и получать путем измерений, значения тех или иных параметров указанных систем.

Если речь идет о социально-экономических системах или организационно-технических системах, функционирующих в условиях существенной неопределенности воздействия внешней среды, то с ними не представляется возможным проведение испытаний и получение соответствующих параметров и характеристик.

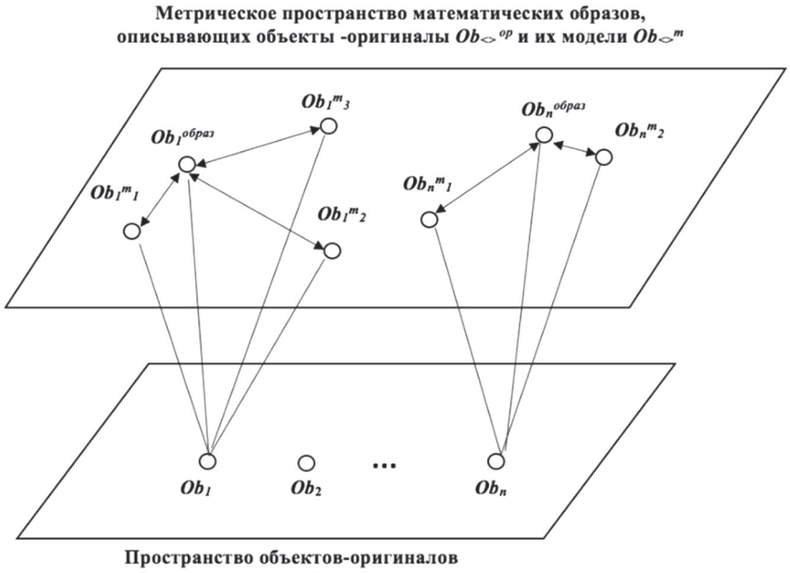

Рис. 4. Пространства объектов оригиналов и их математических образов и моделей

В этом случае может быть использован другой подход [13]. Пусть, для описания объекта-оригинала существует k моделей: $M_1(X_{<p1>})$, $M_2(X_{<p2>})$, ..., $M_k(X_{<p2>})$, каждая из которых *характеризуется набором параметров* $X_{j<pj>}$, $j = 1,...,k$. Если структуры моделей фиксированы и модели отличаются друг от друга составом параметров, точные значения которых, как правило, неизвестны, то требуется выбрать наиболее предпочтительную (пригодную, полезную) модель из множества моделей $\{M_j(X_{<pj>})\}$.

Допустим, что перечисленные модели используются для решения задач прогнозирования и выбора оптимальных вариантов функционирования системы $Ob_{<>}^{op}$ с точки зрения заданного обобщенного показателя эффективности J. Значения данного показателя зависят от варианта выбранного управляющихuх воздействий u_i и значений параметров модели, с помощью которых выполняется указанный выбор:

$$J_{ij} = J_{ij}(u_i,\ M_j(X_{<pj>})). \qquad (1)$$

Как правило, неизвестно, какие фактические значения примут параметры реальной системы. Таким образом, возникает задача выбора в условиях неопределенности сведений о поведении реальной системы (оригинала) $Ob_{<>}^{op}$. Для снятия неопределенности вводится дополнительная информация (например, гипотезы).

Рассмотрим самую простую ситуацию, при которой модель объекта исследования $Ob_{<>}^{m}$ зависит только от одного параметра p, который, в свою очередь, принимает конечное множество значений: $p \in \{p_1, p_2,...,p_b\}$. При этом от такого же параметра, который принимает те же значения, зависит результат функционирования реального объекта исследования (оригинала) $Ob_{<>}^{op}$.

При этом, заранее неизвестно, какое фактическое значение примет параметр «p» в реальной системе $Ob_{<>}^{op}$. Допустим, что любое отклонение параметра модели $M(p)$ от значения этого же параметра на реальном объекте приводит к «ущербу» (потере эффективности), которое можно оценить с помощью показателя J.

Для дальнейшего решения задачи можно составить таблицу значений показателя эффективности следующего вида $J_{\nu\mu} = J_{\nu\mu}\ (u_\nu,\ p_\mu)$, где $J_{\nu\mu}$ — значение показателя при u_ν варианте функционирования $Ob_{<>}^{op}$, который рассчитан на модели $M(p\nu)$ при фактическом значении параметра p_μ. Значения $J_{\nu\mu}$ представлены в табл.1.

На основе табл. 1 построена табл. 2 рисков, которые вычисляются по следующей формуле

$$\Delta J_{\nu\mu} = |J\nu\nu - J_{\nu\mu}|. \qquad (2)$$

В этом случае задача выбора наилучшей модели сводится к задаче выбора стратегии (значения параметра p), которая будет предпочтительнее остальных.

В качестве критерия оптимизации используется критерий минимального риска

$$J = \min_{\nu} \max_{\mu} \Delta J_{\nu\mu}. \qquad (3)$$

В случае, если заданы вероятности q_1, q_2, ..., q_b появ-

Таблица 1

Значения показателя эффективности вида $J_{\nu\mu} = J_{\nu\mu}(u_\nu,\ p_\mu)$

p_n \ p_m	p_1	p_2	...	p_b
p_1	J_{11}	J_{12}	...	J_{1b}
p_2	J_{21}	J_{22}	...	J_{1b}
...	...	...	...	...
p_b	J_{b1}	J_{b2}	...	J_{1b}

Таблица 2

Значения рисков вида $\Delta J\nu\mu$

p_n \ p_m	p_1	p_2	...	p_b
p_1	0	ΔJ_{12}	...	ΔJ_{1b}
p_2	ΔJ_{21}	0	...	ΔJ_{1b}
...	...	...	0	...
p_b	ΔJ_{b1}	ΔJ_{b2}	...	0

ления значений параметра p: p_1, p_2,...,p_b, то оптимальной является стратегия, которая минимизирует средний риск:

$$J' = \min_{\sqrt{}} \sum_{\mu=1}^{b} \Delta J_{\nu\mu} q\mu. \qquad (4)$$

В общем случае выбора многопараметрической модели из заданного множества моделей $\{M_j(X_{<pj>})\}$ поставленная задача может быть решена следующим образом. Для каждой фиксированной модели $\{M_j(X_{<pj>})\}$ определяются наилучшие сочетания значений параметров с учетом представленных критериев, т.е. находится $M_j^* = \{M_j(X^*_{<pj>})\}$. В результате, получаем k моделей M_1^*, M_2^*, ..., M_k^*, с фиксированными параметрами, из которых применяя аналогичную процедуру, можно получить наилучшую модель.

Предлагаемый подход не исключает применения других подходов, например агрегирование моделей их композицию, консолидацию, экстраполяцию и т.д. Задача заключается в построении гибкой системы поддержки принятия решений, позволяющей получать наиболее адекватные модели в каждой конкретной ситуации.

4. Заключение

В статье проведен анализ направлений совершенствования информационно-аналитического обеспечения современных ситуационных центров. Показана целесообразность развития и совершенствования когнитивного и конвергентного подходов при выработке управленческих решений на базе ситуационных центров. Предложен подход на основе применения полимодельного комплекса в составе информационно-аналитической системы ситуационного центра, обеспечивающий синтез адекватной (наиболее предпочтительной) модели объекта исследования. Разработанные предложения направлены на повышение точности и достоверности результатов моделирования слабоструктурированных систем и обоснованности принятия управленческих решений.

Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании научно-методического обеспечения функционирования систем поддержки принятия решений, как составной части информационно-аналитических систем ситуационных центров.

Литература

1. Интервью с директором ЦЭМИ В.Л. Макаровым. Газета Аргументы недели. № 5 (542). 29 дек. 2016 г.
2. Филиппович А.Ю. Ситуационные центры в образовании // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 1. С. 89–94.
3. Аверкин А.Н., Кузнецов О.П., Кулинич А.А., Титова Н.В. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных предметных областях. Анализ ситуаций и оценка альтернатив // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2006. № 3. С. 139–149.
4. Новикова Е.В., Демидов Н.Н. Средства интеллектуального анализа и моделирования сложных процессов как ключевой инструмент ситуационного управления // Connect! 2012. № 3. С. 84–89.
5. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.
6. Максимов В.И., Корнушенко Е.К., Качаев С.В. Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений // Распределенная конференция «Технологии информационного общества». ИПУ РАН, 1998. С. 1/7–7/7.
7. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. № 1–2.
8. Авдеева З.К, Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. 2007. № 3. С. 2–8.

References

1. Interv'yu s direktorom TSEMI V.L. Makarovym. Gazeta Argumenty nedeli. No. 5 (542). 29 December 2016. (In Russ.)
2. Filippovich A.YU. Situatsionnyye tsentry v obrazovanii. Problemy teorii i praktiki upravleniya. 2007. No. 1. P. 89–94. (In Russ.)
3. Averkin A.N., Kuznetsov O.P., Kulinich A.A., Titova N.V. Podderzhka prinyatiya resheniy v slabostrukturirovannykh predmetnykh oblastyakh. Analiz situatsiy i otsenka al'ternativ. Izv. RAN. Teoriya i sistemy upravleniya. 2006. No. 3. P. 139–149. (In Russ.)
4. Novikova E.V., Demidov N.N. Sredstva intellektual'nogo analiza i modelirovaniya slozhnykh protsessov kak klyuchevoy instrument situatsionnogo upravleniya. Connect! 2012. No. 3. P. 84–89. (In Russ.)
5. Pospelov D.A. Situatsionnoye upravleniye: teoriya i praktika. Moscow: Nauka, 1986. 288 p. (In Russ.)
6. Maksimov V.I., Kornushenko E.K., Kachayev S.V. Kognitivnyye tekhnologii dlya podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy. Raspredelennaya konferentsiya «Tekhnologii informatsionnogo obshchestva». IPU RAN, 1998. P. 1/7–7/7. (In Russ.)
7. Koval'chuk M.V. Konvergentsiya nauk i tekhnologiy – proryv v budushcheye. Rossiyskiye nanotekhnologii. 2011. No. 1–2. (In Russ.)
8. Avdeyeva Z.K, Kovriga S.V., Makarenko D.I., Maksimov V.I. Kognitivnyy podkhod v upravlenii. Problemy upravleniya. 2007. No. 3. P. 2–8. (In Russ.)

9. Соловьев И.В., Цветков В.Я. Принципы когнитивного управления сложной организационно-технической системой // Государственный советник. 2016. № 13. С. 27-32.

10. Филиппович А.Ю. Интеграция систем ситуационного, имитационного и экспертного моделирования. М.: Изд-во «ООО Эликс+». 2003. 300 с.

11. Кулинич А.А. Ситуационный, когнитивный и семиотический подходы к принятию решений в организациях // Открытое образование. 2016. № 6. С. 9–17.

12. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: СИНТЕГ, 1999. 104 с.

13. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные и методические основы квалиметрии моделей и полимодельных комплексов. Труды СПИИРАН. 2004. Вып. 2. Т. 1. С. 10–35.

9. Solov'yev I.V., TSvetkov V.YA. Printsipy kognitivnogo upravleniya slozhnoy organizatsionno-tekhnicheskoy sistemoy. Gosudarstvennyy sovetnik. 2016. No. 13. P. 27-32. (In Russ.)

10. Filippovich A.YU. Integratsiya sistem situatsionnogo, imitatsionnogo i ekspertnogo modelirovaniya. Moscow: Izd-vo «OOO Eliks ». 2003. 300 P. (In Russ.)

11. Kulinich A.A. Situatsionnyy, kognitivnyy i semioticheskiy podkhody k prinyatiyu resheniy v organizatsiyakh. Otkrytoye obrazovaniye. 2016. No. 6. P. 9–17. (In Russ.)

12. Novikov D.A., Petrakov S.N. Kurs teorii aktivnykh sistem. Moscow: SINTEG, 1999. 104 p. (In Russ.)

13. Sokolov B.V., YUsupov R.M. Kontseptual'nyye i metodicheskiye osnovy kvalimetrii modeley i polimodel'nykh kompleksov. Trudy SPIIRAN. 2004. Iss. 2. Vol. 1. P. 10–35. (In Russ.)

Сведения об авторах

Андрей Александрович Микрюков
К.т.н., доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Михаил Ефимович Мазуров
Д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры высшей математики РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Павел Александрович Смелов
К.э.н., доцент, директор Ситуационного центра РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Information about the authors

Andrey A. Mikryukov
Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Security PRUE, Moscow, Russia

Mikhail E. Mazurov
Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics PRUE, Moscow, Russia

Pavel A. Smelov
Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Director of the Situation Center PRUE, Moscow, Russia