

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ СИТУАЦИЙ: ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ, ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

По материалам международной конференции

13—14 ноября 2007 г. в Москве, в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН состоялась VII международная конференция «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» CASC'07. Основные тематические направления конференции: структуризация и формализация ситуаций; учет человеческого фактора в управлении; формальные методы анализа и управления в слабоструктурированных ситуациях; прикладные аспекты когнитивного анализа и управления в слабоструктурированных ситуациях.

В пленарном докладе председателя программного комитета конференции *Н.А. Абрамовой* проанализировано на основе докладов, представленных на последних конференциях CASC, развитие когнитивного подхода к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями. В своем выступлении *Н.А. Абрамова* подняла важную проблему несогласованности системы ключевых понятий в данном научном направлении. В частности, она уточнила, что означают ключевые слова и словосочетания: «когнитивный», «когнитивный подход», «когнитивное моделирование» применительно к решению задач управления, в частности, управления слабоструктурированными объектами и ситуациями. В настоящее время устанавливается связь складывающихся понятий с их использованием в когнитивной науке, которая могла бы служить естественным источником теоретических знаний для когнитивного подхода в управлении.

Из рассмотренных докладов видно, что сегодня существуют два перекрывающихся направления исследований, объединенных понятием «когнитивный подход», хотя и на разных основаниях. Когнитивный подход к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями в узком понимании связан с семейством формальных моделей на основе когнитивных карт. Когнитивный подход в широком смысле ориентирован на целостный процесс решения практических задач управления для слабоструктурированных объектов и ситуаций. Он включает в поле зрения не только этапы решения, обеспечиваемые формальными методами, но и такие *субъектно-зависимые этапы* как формализацию первичных представлений о проблемной ситуации, целеполагание и другие этапы, которые выполняются людьми, и для них также требуется свое *научно-методическое обеспечение*, так что уместно говорить о *субъектно-формальных методах*.

Анализ тезисов, представленных на конференцию CASC'07, и общение с авторами позволяют выделить две тенденции в развитии когнитивного подхода.

- По типу используемых формальных методов наблюдается сдвиг от некоторой «фетишизации» моделей на основе когнитивных карт как единственного «когнитивного» (т. е. присущего человеку в качестве когнитивного ресурса) средства структурирования сложных ситуаций в сторону применения разных моделей в ходе решения практических задач.
- В среднем наблюдается тенденция к большему охвату субъектно-зависимых этапов решения практических задач управления сложными объектами и ситуациями (это относится и когнитивному подходу в узком смысле). Однако достижению реальных научных результатов в этом плане мешает почти полное отсутствие *методологии представления, обоснования и развития знаний*, которые могли бы лечь в основу когнитивного подхода как научного направления. Следствием оказываются соображения «здравого смысла» вместо доказательности, демонстрации примеров успешного решения практических задач вместо постановок и решений научных проблем и т. д. Кроме того, извлечение и адаптация знаний когнитивной науки, которые могут быть полезными для решения задач управления при когнитивном подходе в управлении, оказывается нетривиальной задачей.

На заседании секции «**Структуризация и формализация ситуаций. Учет человеческого фактора в управлении**» было заслушано 16 докладов. Основной блок докладов был посвящен проблеме применения и адаптации формальных методов к решению задач, в которых значимую роль играет учет влияния тех или иных аспектов интеллектуальной деятельности людей (не только экспертов, ЛПР, аналитиков, но и специалистов по формальным методам); рассматривались также современные подходы к классической проблеме принятия решений на основе экспертизы.

В докладе *Н.А. Абрамовой* «Когнитивный подход к проблеме нетранзитивности предпочтений» проанализирована история отношения ученых к известному принципу транзитивности попарных предпочтений. Этот принцип служит характерным примером явных и неявных допущений о том, как думают и должны думать эксперты (или ЛПР), которые делают специалисты по формальным методам принятия решений. Выдвинута концепция *рациональной нетранзитивности экспертных предпочтений*. Согласно этой концепции, нетранзитивность может быть не только следствием ошибок эксперта (что принято в традиционном подходе), но и результатом рациональных эвристик, примененных экспертом

для определения предпочтений в контексте решаемой задачи. На основе концепции предлагается адаптивный подход к формированию математических средств для решения задач. Он означает, что формальные методы для поддержки принятия решений должны адаптироваться к рациональным экспертным эвристикам в контексте особенностей конкретных решаемых задач, чтобы не создавать риск для достоверности решений.

Оживленное обсуждение вызвал доклад *Л.В. Аршинского* «Парадоксы нечеткого оценивания», продолжающий открытую *Н.А. Абрамовой* тематику ошибок и рисков. Докладчик отметил, что во многих прикладных задачах, связанных с моделированием плохо формализованных предметных областей, в качестве основы моделирования часто выступает теория вероятностей или нечеткие логики. Оба подхода считаются хорошей основой для формализации дефицита и противоречивости данных, которые встречаются в подобных задачах. Автор показал, что базовое соотношение, лежащее в основе этих подходов, приводит к парадоксам и, как следствие, к ошибкам, и предложил альтернативные подходы к моделированию дефицита и противоречивости данных.

В докладе *С.В. Ковриги* «Некоторые критерии достоверности моделей на основе когнитивных карт» представлен ряд критериев качества формализации первичных экспертных знаний применительно к моделям на основе когнитивных карт. Критерии, в значительной мере, опираются на практику построения когнитивных карт сложных ситуаций. Они направлены на распознавание и блокирование семантических ошибок и рисков формализации первичных представлений субъекта о сложной слабоструктурированной ситуации в ходе построения когнитивных карт.

Оригинальный подход к учету продуктивных методов мышления специалистов-управленцев в формализованных методах и системах поддержки принятия решений представлен в докладе *А.С. Мандела, И.И. Барладян, А.Б. Токмаковой* «Имитационное моделирование поведения человека в системе управления и системы обучения (тренажеры) с использованием метода аналогов». Авторы рассмотрели проблему выбора «окон», пользуясь которыми специалист-управленец может влиять на принимаемые в интегрированной автоматизированной системе решения, и предложили подход, основанный на практике решения рассматриваемого типа задач по аналогии.

На секции «**Формальные методы анализа и управления в слабоструктурированных ситуациях**» был представлено 15 докладов, охватывающих методы на различных типах когнитивных карт, а также методы структурного анализа в слабоструктурированных системах. Прежде всего, следует отметить доклад *Ю.А. Дорофеюк* «Методология структурного анализа и прогнозирования в слабоформализованных системах управления». В нем рассмотрены: задача кластеризации многопараметрических объектов в заданные моменты времени, процесс временного изменения структуры кластеров и прогнозирование будущей структуры кластеров на такт вперед. Подчеркнута прикладная направленность решаемой задачи: в качестве исходных многопараметрических объектов выступают регионы РФ.

В докладе *В.Б. Гусева, В.В. Павельева, В.Е. Другова* «Индикативное регулирование регионального развития с применением комплексных оценок» предложены разработанные авторами схемы индикативного регулирования для управления состоянием таких многопараметрических объектов, как мегаполис или регион. В последующей затем дискуссии отмечалось, что задачи управления подобными объектами, важным компонентом которых является присутствие человеческого фактора в самой системе управления, должны решаться с обязательным учетом интересов участников, включаемых в систему управления.

В докладе *Е.К. Корноушенко* «Моделирование ситуаций с использованием «расщепленных» когнитивных карт» представлен интервальный подход к анализу поведения слабоструктурированных ситуаций в терминах когнитивных карт, являющийся расширением описанного в литературе «точечного» подхода. Необходимость подобного расширения обусловлена существующей проблемой неопределенности результатов сложения разнознаковых влияний факторов — при интервальном подходе сложение разнознаковых влияний факторов отсутствует. В терминах интервального подхода рассмотрен процесс корректировки развития ситуации, а также процедура взаимодействия участников ситуации с учетом их интересов.

Доклад *А.В. Марковского* «Оценки уверенности размытых значений факторов в качественных динамических когнитивных картах» привлекает внимание к *проблеме точности результатов*, получаемых при решении задач посредством динамических когнитивных карт, ввиду ограниченной точности весов влияния. Важно, что проблема ограниченной точности экспертных представлений имеет место не только для динамических когнитивных карт, но является общей и для других моделей представления знаний в случае слабоструктурированных ситуаций, и на сегодня она мало изучена. Автор развивает результаты своих прежних исследований, применимых к разным типам качественных шкал, предлагает и обосновывает свой формальный критерий достоверности данных в течение всего процесса вычислений для класса когнитивных карт в выбранной области исследования.

В докладе *А.А. Кочкарова, Р.А. Кочкарова* «Моделирование структурного разрушения систем» рассмотрено решение задачи о том, при каких условиях система может перейти в критическое состояние (начальные причины повреждения системы могут быть как внутренние, так и внешние).

Доклад *А.В. Толока* «Автоматизированная система аналитического проектирования в моделировании сложных экономических процессов» в рамках когнитивного подхода интересен тем, что построение сложных многомерных моделей для последующего решения на их основе задач оптимизации увязывается с визуализацией модели. Докладчик привел один из программируемых методов оптимизации в системе аналитического проектирования на основе образного представления функциональных зависимостей и показал результативность его применения.

На секции «**Прикладные аспекты когнитивного анализа и управления в слабоструктурированных ситуациях**» были представлены 10 докладов о применении моделей



и методов, основанных на когнитивных картах, для решения различных проблемных ситуаций.

Так, в докладе *А.И. Орлова* «Моделирование и оценка результатов взаимовлияний факторов при помощи системы ЖОК» представлены результаты практического применения когнитивных карт на примерах оптимизации экономической стороны деятельности промышленного предприятия или организации в иной сфере, экономических взаимоотношений отраслей народного хозяйства. На базе системы было проведено макроэкономическое моделирование, в ходе которого удалось вскрыть две неточности в базовой схеме фундаментального экономического труда «Экономикс», а затем исправить их, включив дополнительные блоки в соответствующую модель.

В представленных докладах были затронуты аспекты практического применения моделей и методов на основе когнитивных карт и некоторых других для решения следующих прикладных задач:

- управление проблемными ситуациями в бюджетном процессе на основе когнитивного моделирования (*М.С. Борисова*);
- анализ проблемных вопросов управления мегаполисом (*В.Б. Гусев, Ф.Ф. Пащенко*);
- оценки эффективности управления работами по содержанию жилищно-коммунального хозяйства Москвы (*А.А. Дорофеев, А.С. Мандель, А.Л. Чернявский*);
- моделирование сложных социальных явлений на примере анализа проблемы футбольного хулиганства (*Е.С. Еркина*);
- моделирование взаимодействия образования и экономики РФ (*Г.А. Лисьев*);
- моделирование взаимодействия сельскохозяйственных предприятий и сетевых энергокомпаний (*М.Б. Перова, Л.В. Ярыгина*) и др.

В рамках конференции был проведен круглый стол «Когнитивные аспекты управления» с участием иностранных специалистов *Э. Бадреддина* (руководителя лаборатории автоматизации университета г. Манхейма, Германия) с докладом «Основы теории структурированного интеллекта» и его ученицы *М. Джип* с докладом «Оценка намерений и идея когнитивного управления» и последующим обсуждением этих докладов.

В своем выступлении *Э. Бадреддин* привлек внимание к тому факту, что, несмотря на обширные исследования по интеллекту в разных дисциплинах, включая когнитивные науки, психологию или компьютерные науки, в действительности только классифицируется «интеллектуальное поведение». По мнению автора, не обеспечивается объяснение интеллектуального поведения, и при этом не учитывается возможность его применения в технических системах. В связи с этим он предложил свою теорию структурного интеллекта. В ее основе лежит допущение, что решение проблем состоит из двух частей: основанной на опыте и инновационной. Предложенная в докладе схема реализует основную функцию интеллекта — решение проблем — и лежит в основе разрабатываемых человеко-машинных систем для людей с ограниченными способностями.

Доклад *М. Джип* относится к комплексной проблеме разработки вспомогательных устройств, облегчающих жизнь людей, таких как, например, передвижные уст-

ройства для людей с ограниченными двигательными и когнитивными способностями. В докладе обсуждалась теория когнитивного управления, выделяющая когнитивные механизмы, лежащие в основе выбора человеческого поведения (применительно к рассматриваемым задачам управления). Показана (в том числе и экспериментально) возможность технической системы достичь пользовательской поведенческой цели путем зеркалирования когнитивных механизмов человека.

В заключительном выступлении *Н.А. Абрамова* подвела итоги конференции и выделила две значимые проблемы, разрешение которых могло бы повлиять на дальнейшее развитие научного направления:

- научно-методологическая *проблема обоснованности современных научных представлений о том, как думает и как должен думать человек* (эксперт, аналитик, ЛПР), и соответствующих нормативных — по отношению к человеку — теоретических моделей, закладываемых в тот или иной субъектно-формальный метод;
- *прикладная проблема качества конкретных знаний*, порождаемых применением определенных экспертных методов и технологий в условиях действия человеческих факторов.

Можно выделить некоторые цели исследований в области когнитивных исследований:

— междисциплинарный обзор литературы *по когнитивному подходу к решению прикладных задач* с охватом публикаций в областях теории управления, теории и методов экспертного оценивания, искусственного интеллекта, гуманитарных наук (психологии, лингвистики, социологии), информационных технологий;

— разработка принципов построения *научного языка для описания и анализа качества субъектно-формальных методов*, который позволял бы учитывать не только информационную структуру процесса решения задачи, но и мыслительные процессы субъекта, разрабатывающего и (или) применяющего такие методы и технологии, причем — в той мере, в какой они влияют на достоверность конечных результатов;

— *эмпирическая проверка гипотез о субъектах интеллектуальной деятельности* — активных участников процесса поиска и разрешения слабоструктурированных проблемных ситуаций;

— *систематизация практического опыта* применения субъектно-формальных методов и моделей для формализации знаний при поддержке принятия решений в слабоструктурированных проблемных ситуациях. В частности, ежегодно появляется масса интересных практических работ с конкретным применением моделей и методов на основе когнитивных карт и др. Но при этом мало внимания уделяется теоретическим и методологическим аспектам их применения: принципам, лежащим в основе работы с экспертами; критериям важности факторов; критериям применимости формальных моделей и ряда других.

*Н.А. Абрамова,
З.К. Авдеева*

☎ (495) 334-92-09, 334-78-00

e-mail: abramova@ipu.ru; max@ipu.ru □