

**И. А. Гарькина, А. М. Данилов, Е. В. Королев** (Пенза, ПГУАС). **Радиационно-защитные композиты как сложные слабоструктурированные системы: выбор альтернативных компонентов.**

Одним из способов исследования сложных слабоструктурированных систем со множеством противоречивых целей и критериев является *когнитивное моделирование* (введено в 1948 г. Э. Толменом, от лат. *cognitio* — знание; структуризация, состоящая в формировании и уточнении гипотезы о функционировании объекта). На предварительном этапе исследований большинство сложных систем могут рассматриваться как слабоструктурированные. Основой когнитивного моделирования является *когнитивная карта* (ориентированный граф), позволяющая формализовать взаимодействия при функционировании системы основных связей (может использоваться неполная, нечеткая и даже противоречивая информация). Вершины орграфа — факторы (концепты); дуги указывают *каузальные* (от лат. *causa* — причина) связи между факторами (веса определяют степени влияния). Различные модификации моделей (соответствуют различным интерпретациям вершин, дуг и весов) исследуются с использованием различного формального аппарата.

Существенное участие человека при формализации первичных представлений субъектноформальными методами не позволяет гарантировать *достоверность полученных решений* (например, риск неадекватного применения формализованной модели к конкретной проблемной ситуации вследствие недопонимания математического смысла конструкций специалистами проблемной области).

Целесообразно представление фактора в *нормальной форме* (переменная в определенной оценочной шкале). Лингвистически нормальность фактора позволяет использовать словесные контексты типа: «больше–меньше», «рост–снижение» (нередко затрудняется даже выбор аналогичных по смыслу контекстов «хуже–лучше») и др. Требуется когнитивная ясность понятия «фактор» как переменной требуемого типа.

Одни и те же каузальные связи при моделировании могут быть в когнитивной карте представлены с использованием различных понятий. Предполагаемая обычно справедливость принципа транзитивности каузальных понятий (из  $A$  является причиной  $B$ , а  $B$  — причиной  $C$  следует, что  $A$  является причиной  $C$ ) во многих случаях не верна (возможна *ложная транзитивность*).

Как видим, когнитивная карта отражает субъективные представления о функционировании и развитии системы (*стратегический шаг*  $S^i \rightarrow S^{i+1}$  состоит в переводе системы из состояния  $S^i$  в  $S^{i+1}$ ). Построение с ее использованием иерархической структуры критериев качества, а также иерархической структуры собственно системы (если это возможно) позволяет рассматривать систему в дальнейшем уже как структурированную.

Целевое состояние системы считается достигнутым, если оценка целенаправленного развития системы, заданная в виде функционала достижения целей, практически не изменяется.

Сложность системы требует ее междисциплинарных исследований и привлечения при построении когнитивной карты специалистов, компетентных в различных *узко предметных* областях знаний; формализации первичных представлений о слабоструктурированной проблеме в виде *коллективной* когнитивной карты (для обобщения и согласования разных представлений). Решение этой задачи в известной мере возможно с использованием методов концептуальной структуризации, критериев и частных технологий формирования и согласования коллективных понятий.

Приведенный подход успешно использовался при синтезе радиационно-защитного композита как сложной системы, его идентификации, формирования и формализации целей, множества альтернатив для их достижения и, наконец, многокритериальной оптимизации, что и является предметом доклада.

Работа выполнена по заказу Минобрнауки РФ, № гос. регистрации 01200850940.