

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОЙ МЕТОДОЛОГИИ

**Н. Ю. Чистоклетов**

ГОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»  
г. Брянск

В настоящее время нельзя назвать область человеческой деятельности, в которой в той или иной степени не использовались бы методы моделирования. Особенно это относится к сфере управления различными системами, где ведущими являются процессы принятия решений, базирующихся на получаемой информации.

Моделирование процессов является основным методом исследований во всех областях знаний и научно обоснованным методом оценок характеристик сложных систем, используемым для принятия решений в различных сферах деятельности. Существующие и проектируемые системы можно эффективно исследовать с помощью математических моделей, реализуемых на современных ЭВМ.

Для эффективного управления инновационной деятельностью (ИД) в современных условиях необходим подход, ориентированный на качественный анализ сложных ситуаций, интерпретируемых как слабоструктурированные системы, характеризующиеся отсутствием точной количественной информации о происходящих в них процессах [1]. Качественный анализ таких ситуаций предусматривает определение тенденций протекающих процессов, качественную оценку этих тенденций и выбор мер, способствующих их развитию в нужном направлении [2]. Увидеть и осознать логику развития событий на многофакторном поле (слабоструктурированной инновационной деятельности) крайне трудно. При этом применение традиционных подходов, основанных на аналитическом описании либо статистическом наблюдении зависимостей между входными или выходными параметрами, затруднено, а зачастую невозможно, и, в этой связи, приходится прибегать к субъективным моделям, основанным на информации, получаемой от экспертов.

Одним из наиболее эффективных подходов к исследованию слабоструктурированных систем и процессов является методология когнитивного моделирования. В рамках когнитивной модели информация о системе представляется в виде набора понятий (факторов) и связывающей их причинно-следственной сети, называемой когнитивной кар-

той. Построение когнитивной карты моделируемой системы фактически означает снятие неопределенности с ее структуры путем формирования модели знаний аналитика об этой системе [3]. На первом этапе формируется перечень основных показателей (концептов), характеризующих инновационную деятельность, из них выделяются управляемые и целевые концепты, а также указываются текущие (начальные) и целевые значения показателей. На втором этапе устанавливаются причинно-следственные связи между показателями с указанием для каждой связи ее характера влияния – положительного (усиливающего) или отрицательного (ослабляющего). Результатом данного этапа является нечеткая когнитивная карта инновационного процесса, которая отражает его причинно-следственную структуру. На третьем этапе оценивается интенсивность влияния установленных связей между концептами. По результатам данного этапа формируется нечеткая когнитивная матрица, содержащая усредненные оценки интенсивности влияний.

В качестве вершин орграфа когнитивной модели задачи управления инновационным механизмом вуза могут быть взяты, например, следующие параметры: 1) квалификация кадров, участвующих в инновационной деятельности (ИД); 2) степень инновационности культуры вуза; 3) интенсивность мотивационных мер в области ИД; 4) эффективность труда в области ИД; 5) время разработки новой продукции (услуги); 6) степень соответствия новой продукции заявленным характеристикам; 7) степень новизны разработок; 8) количество новых разработок; 9) конкурентоспособность вуза.

Пример знакового орграфа когнитивной модели задачи управления инновационным механизмом вуза представлен на рисунке 1.

В знаковый орграф включены наиболее важные непосредственные связи. В соответствии с терминологией когнитивного моделирования если концепт  $e_i$  оказывает влияние на концепт  $e_j$  и при этом если увеличение значения концепта-причины приводит к увеличению значения концепта-следствия, то влияние считается положительным, если же значение уменьшается – отрицательным.

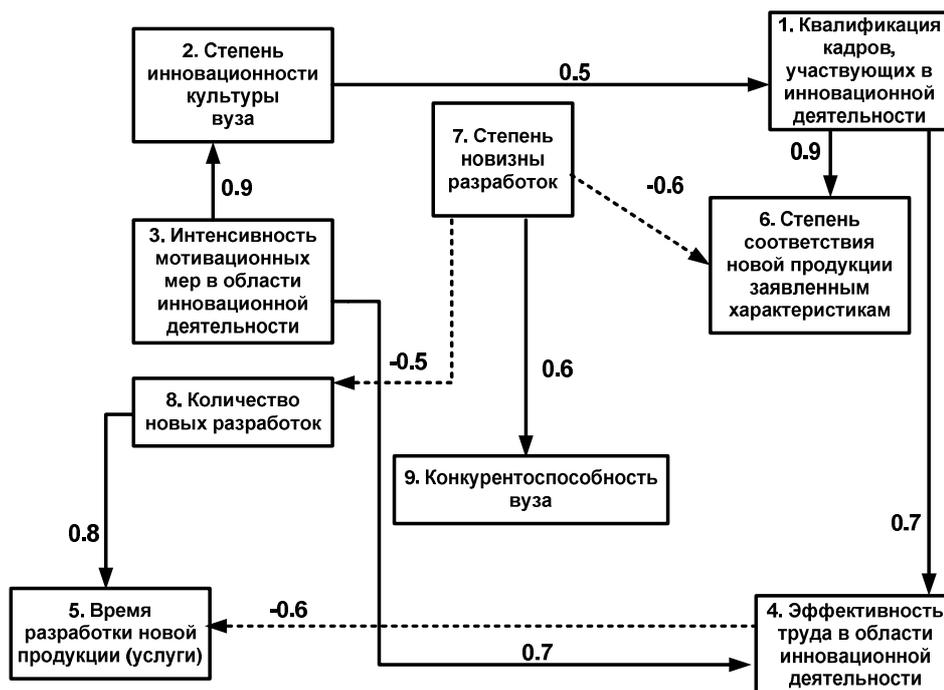


Рисунок 1 – Обобщенная нечеткая когнитивная карта в виде знакового орграфа для моделирования инновационной деятельности вуза

Например, связь концептов 1 и 4 положительна, так как при повышении квалификации персонала повышается эффективность труда, связь концепта 4 и 5 отрицательна, так как при увеличении эффективности труда время на разработку новой продукции уменьшится. Связь концептов 7 и 9 положительна, т. к. при повышении степени новизны разработок увеличится и конкурентоспособность вуза, в то же время связь концептов 7 и 8 отрицательна, потому что увеличение степени новизны может привести к уменьшению количества новых разработок. Аналогичным образом можно проследить и проанализировать все связи, представленные на рисунке 1.

Данная нечеткая когнитивная карта в виде знакового орграфа представляет собой причинно – следственную сеть (или нечеткую положительно – отрицательную семантическую сеть), в которой отношения (веса связей) могут лежать на отрезке  $[-1, 1]$ . Очевидно, что в такой сети дугам соответствуют отношения (связи) из интервала  $[-1, 1]$ , а узлами будут атрибуты (концепты). Граф, приведенный на рисунке 1, может быть представлен в виде матрицы, которая, в свою очередь, также называется когнитивной.

К построенной нечеткой когнитивной карте инновационной деятельности вуза применяются методы аналитической обработки, ориентированные на исследование

структуры системы и получение прогнозов ее поведения при различных управляющих воздействиях, с целью нахождения оптимальных стратегий управления.

Состояние системы в текущий момент времени определяется набором значений всех ее концептов. Целевое состояние задается вектором значений множества целевых концептов.

Алгоритм формирования множества альтернатив управления с использованием нечеткой когнитивной карты состоит из следующих основных шагов:

1. Определение целевого состояния системы.
2. Построение нечеткой когнитивной карты.
3. Вычисление системных показателей когнитивной карты.
4. Генерация базового множества альтернатив.
5. Динамическое моделирование альтернатив с применением импульсного процесса.
6. Отбор альтернатив на основе результатов динамического моделирования.
7. Передача альтернатив лицам принимающим решение для дальнейшего анализа и обработки.

На основании построенной нечеткой когнитивной карты рассчитываются статические

показатели (системные характеристики), проводится их анализ и выполняется статическое моделирование инновационной деятельности вуза, в результате чего выявляется, какие из концептов оказывают наибольшее влияние на всю систему, а также какие подвержены наибольшему влиянию со стороны системы.

Исследование структуры инновационного механизма вуза может быть продолжено путем рассмотрения альфа-срезов и выделения своеобразных «узловых точек», т.е. устойчивых классов концептов, которые оказывают значительное влияние на всю систему в целом. Путем выбора соответствующего типа отношений и задания уровня среза их значений  $\alpha$  могут быть получены бинарные матрицы и таким образом выделены классы взаимосвязанных концептов.

На основе анализа статических показателей нечеткой когнитивной карты и альфа-срезов генерируются и проверяются, с помощью динамического моделирования на основе метода импульсных процессов, альтернативы управления инновационной деятельностью вуза и осуществляется их анализ с целью выявления наиболее предпочтительных из них для достижения установленных целевых показателей.

Для прогнозирования состояний концептов в дискретные моменты времени используется метод импульсных процессов. При таком подходе предполагается, что состояние  $j$ -го концепта в момент времени  $t+1$  определяется такими параметрами, как характер внешнего воздействия на данный концепт в указанный момент времени, его состояние в предыдущий момент времени  $t$ , а также характер изменения в момент времени  $t$  состояния других концептов, влияющих на данный.

Для описания характера изменения параметров нечеткой когнитивной карты инновационной деятельности вуза во времени используется следующая модель импульсного процесса:

$$b[t+1, j] = b[t, j] + \sum_{i=1}^n \frac{(p[t, i] \times m[i, j])}{k[j]},$$

где  $e[t+1, j]$  – значение  $j$ -го концепта в момент времени  $(t+1)$ ;

$e[t, j]$  – значение  $j$ -го концепта в момент времени  $t$ ;

$p$  – импульс;

$m$  – нечеткая когнитивная матрица;

$k$  – число входящих в концепт  $j$  дуг;

$i$  – номера концептов, в которых начинаются дуги, входящие в  $j$ -й концепт.

Модель инновационной деятельности вуза, полученная при помощи нечеткого когнитивного моделирования, может быть использована в вузе для повышения эффективности инновационных процессов, проведения их оптимизации и улучшения, прогнозирования развития событий и проведения оценки текущей ситуации в рассматриваемой сфере деятельности.

Вопросы моделирования и управления качеством инновационной деятельности вуза являются достаточно сложными, что обусловливается как особенностями рынка наукоемкой продукции, так и особенностями и спецификой данного вида деятельности, внутренней организацией вузов. Эта специфика, несомненно, должна быть изучена и в развитие стандартов ГОСТ Р ИСО должен быть разработан ряд нормативно-методических документов и рекомендаций по управлению качеством инноваций. Это будет способствовать ускоренной разработке и продвижению наукоемкой продукции на внутреннем и внешнем рынках.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Ю. С. Стратегия инноваций / Ю. С. Васильев, В. Г. Кинелев, В. Г. Колосов. – СПб. : СПбГТУ, 1997. – 128 с.
2. Максимов, В. И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций / В. И. Максимов // Проблемы управления, 2005. – № 3. – с. 30-38.
3. Авдеева, З. К. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) / З. К. Авдеева, С. В. Коврига, Д. И. Макаренко // Управление большими системами. – М. : ИПУ РАН, 2007. – Выпуск 16. – с. 26-39.