

УДК 681.3.06

О. И. Пятковский, М. А. Габова

Построение модели оценки потенциала инновационного проекта и ее оценки на основе гибридных экспертных систем

O. I. Pyatkovsky, M. A. Gabova

Building a Model for Evaluation Potential of the Innovative Project and Software System Based on Hybrid Expert Systems Technology

Рассматриваются вопросы создания модели и программного обеспечения для определения потенциала инновационного проекта с применением технологии гибридных экспертных систем и нейронных сетей.

Ключевые слова: нейронные сети, потенциал инновационного проекта, гибридные экспертные системы.

DOI 10.14258/izvasu(2013)1.2-20

В свете перехода экономики РФ в инновационное русло одним из основных элементов развития науки и техники являются инновационные технологии. Коммерциализация научных достижений определена одним из приоритетов развития как экономики региона, так и страны в целом.

Реализация инновационных проектов в настоящее время является перспективным направлением, однако для снижения рисков при осуществлении подобной деятельности предпринимательской фирме необходимо в первую очередь провести тщательную оценку предполагаемого к осуществлению проекта. Создание производства наукоемкой продукции, эффективное для одного предприятия, может оказаться неэффективным для другого в силу объективных и субъективных причин, таких как территориальная расположенность, уровень компетенции персонала по основным направлениям инновационного проекта, состояние основных фондов и т. п. Все эти факторы оказывают влияние на результативность инновационного проекта, но оценить их количественно очень трудно, поэтому еще на стадии отбора необходимо проведение оценки потенциала инновационных проектов. Поскольку на каждом конкретном предприятии существуют свои факторы, влияющие на эффективность инновационных проектов, то универсальной системы оценки проектов нет, но ряд факторов имеет отношение к большинству инновационных предприятий. На основе этих факторов выделяют определенные критерии для оценки инновационных проектов.

В настоящее время подобную оценку осуществляют эксперты, причем для каждого типа проектов создается собственная система критериев. Исходя из вышесказанного видно, что существует необходимость в разработке единой системы критериев, не привязан-

The article considers model and architecture of a special software system for determining potential of innovative project based on hybrid expert systems technology and neural networks.

Key words: neural network, potential of innovative project, hybrid expert systems.

ной к тематической специфике проекта, а также в автоматизации этого процесса. Для решения данного вопроса разрабатывается универсальная адаптивная информационная система оценки инновационного проекта, причем не важно, является ли коммерциализуемый продукт (товар, услуга) научно-техническим либо представляет собой процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [1].

Для помощи в принятии решения о целесообразности внедрения и поиска путей дальнейшей разработки инновационных проектов разработана модель оценки. Основными параметрами описания успешности инновационного проекта являются научные и экономические показатели.

В представленной модели определено пять основных вершин.

Новационный потенциал — определяется степень новизны разрабатываемого продукта, уровень представления на мероприятиях и в печатных изданиях. Учитывается текущая стадия разработки проекта и форма защиты интеллектуальной собственности.

Кадровый потенциал — оценка компетентности команды проекта, их остепененности, подготовленности в различных областях и наличия реализованных инновационных проектов.

Финансовые показатели — анализируются финансовые показатели инновационного проекта, учитываются общая стоимость проекта, объем и источники уже вложенных средств, сроки окупаемости инвестиций и предполагаемая прибыль при выходе на запланированные объемы производства, критерий, который особенно интересен для потенциальных инвесторов.

Рыночные показатели — оценивается наличие аналогов производимого продукта, наличие конкурентов, сформированных рынков и каналов сбыта.

Аспекты реализации проекта — проводится оценка объема работ, фактически выполненных по проекту, а также наличие необходимых для реализации элементов: производственных мощностей, доступности сырьевых ресурсов и развитости инфраструктуры.

С математической точки зрения в общем виде задача оценки может быть представлена формулой:

$$Y = F^v(P_1, P_2, \dots, P_5), P_i \in Z, \quad (1)$$

где P_1, P_2, \dots, P_5 — показатели, критерии оценки потенциала инновационного проекта; P_1 — оценка новационного потенциала; P_2 — оценка кадрового потенциала; P_3 — оценка рыночного потенциала; P_4 — оценка финансовых показателей; P_5 — оценка аспектов реализации.

Применение гибридной модели подразумевает декомпозицию задачи на подзадачи. Решить задачу оценки для социального или экономического объекта в рамках гибридной модели — это значит построить преобразование M , для которого определены все преобразования F и критерии K . Преобразования F могут представлять собой не только функциональные зависимости. Для их выполнения могут быть использованы и другие, более сложные, методы, в частности продукционные экспертные системы и нейронные сети.

Разрабатываемая экспертная система как реализация гибридной модели представления знаний должна обеспечивать представление задач в виде иерархического дерева, в котором решение задач вышестоящего уровня базируется на результатах решения задач более низкого уровня, а каждый узел дерева — это отдельная подзадача гибридной экспертной системы, для которой определяются метод решения и интервал допустимых значений [2]. В качестве элементов в систему должны быть включены подсистемы или модули, реализующие преобразования F_i , предусмотренные гибридной моделью.

Наилучшие результаты, как показывали проводимые эксперименты, при оценке факторов, влияющих на инновационный потенциал, дает нейросетевой анализ. При этом необходимо привлечение группы высококвалифицированных экспертов, с помощью которых можно создавать полные и непротиворечивые обучающие выборки, при этом применимы методы мозгового штурма, деловых игр, Делфи и др.

Главное преимущество нейросетевого анализа над зависимостями, формализованными экспертным путем, — это более точная аппроксимация мнения эксперта. Режим дообучения позволяет оперативно подстраивать сеть под меняющуюся реальность, тогда как на расчет экспертных весовых коэффициентов требуются дополнительные затраты времени специалистов. При оценке потенциала инновационного проекта достаточно сложно определить критерии и методы расчета целевой и промежуточных вершин.

Выбор метода решения в узлах дерева зависит от целого ряда факторов. Основными являются характеристики решаемых задач и возможных методов решения, в том числе продукционных экспертных систем и нейронных сетей. Главной особенностью задачи является сложность ее решения. На основе анализа подходов к понятию сложности выделены следующие характеристики задач, по которым определяется их сложность: размерность, доступность информации, динамичность, детерминированность, характер входных показателей.

В узле «новационный потенциал» характер входных показателей является количественным и непрозрачным. Входные данные со временем также меняются и являются нестабильными, зашумленными и местами неполными, поэтому в данном случае будет целесообразно использовать в качестве метода решения нейронную сеть.

В некоторых узлах рассматриваемого дерева в качестве метода решения определены формализованные зависимости (формулы), так как первичные показатели легко формализуемы и определены.

Таблица 1

Методы решения в узле «новационный потенциал»

Показатель	Метод решения	Шкала измерения
1.1. Новационный потенциал	Нейронная сеть	1–20
1.1.2. Текущая стадия разработки	Формула	1–8
1.1.3. Экономическая оценка	Формула	1–20
1.1.4. Форма защиты интеллектуальной собственности	Формула	0–100
1.1.5. Поддержка проекта научными фондами	Формула	0–2
1.1.6. Участие проекта в ярмарках, форумах, выставках	Формула	0–100
1.1.7. Публикации по теме	Формула	0–100
1.1.8. Соответствие темы исследований	Формула	0–10

В данном случае формулы составлены экспертным путем с помощью определения весов каждого показателя в итоговом результате.

То есть итоговое значение показателя определяется по следующей формуле:

$$R = \sum_{i=1}^N k_i F_i. \quad (2)$$

где R — результат расчета по формуле; k_i — весовой коэффициент i -го фактора; F_i — значение i -го фактора.

На основе этих критериев определены методы решения в первом узле дерева — «новационный потенциал».

Математические представления данного узла можно выразить следующей формулой:

$$P_1 = N(x_{111}, F_{112}(x_{1121} \dots x_{1128}), F_{113}(x_{1131} \dots x_{1132}), F_{114}(x_{1141} \dots x_{1147}), F_{115}(x_{1151} \dots x_{1152}), F_{116}(x_{1161} \dots x_{1162}), F_{117}(x_{1171} \dots x_{1172}), F_{118}(x_{1181} \dots x_{1182}), x_{119}, x_{1110}), \quad (3)$$

где P_1 — результат оценки узла «новационный потенциал»; x — исходные показатели; $F()$ — функция формализованной зависимости; $N()$ — нейросетевая функция.

Программный комплекс обеспечивает гибкость представленной модели за счет средств адаптивной настройки под предметную область. В частности, для нейросетевых решателей используются методы автоматического конструирования и дообучения.

Обучающая выборка сформирована на основе экспертизы проектов, поданных на конкурс инновационных проектов «Новый Алтай 2011». При определении оптимальной структуры нейронной сети для составленной выборки определялась такое количество слоев и нейронов и такие синоптические веса, при которых ошибка обобщения имеет устойчивый и удовлетворительный результат. Для данной выборки конструктор определил оптимальную структуру сети 3–1 (2 слоя, на 1-м слое 3 нейрона, на 2-м — 1), при этом ошибка обучения составила 0,045%.

При обучении использовались различные методы. Наилучший результат показал метод FixedStep, результаты проведенных исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты обучения

Метод	Лучшие результаты	
	Структура сети	Ошибка
FixedStep	3–1	0,0932
FloatStep	1-1-1-1	0,1632
kPartan	3–1	0,1148
mPartan	3–1	0,3287
PageByPage	1-1-1	0,2449
CGB	3–1	0,0936

Таблица 3

Результаты тестирования методики по узлу «новационный потенциал»

Проект	Оценка экспертов	Оценка разработанной системы
Биотехнология ускоренного и эффективного размножения новых перспективных для Алтайского края сортов голубики топяной	15	14,3
Высокочастотный ультразвуковой аппарат для мелкодисперсного распыления вязких жидкостей	20	20
Разработка универсальной системной опалубки для устройства монолитных лестниц на основе модульной металлоконструкции	15	16,1
Исследование, разработка и организация производства фильер, адаптированных к муке алтайских производителей, для предприятий макаронной отрасли края	15	14,8
Производство и распространение на рынке нового экологически чистого вещества с широким спектром потребительских свойств, изготовленного по технологии безотходной переработки отходов растительного сырья новыми способами химического модифицирования	10	9,8
Разработка и создание рецептуры раневого покрытия на основе окисленных полисахаридов и модифицированных наноалмазов	13	13,7
Разработка и серийное производство экономичного и малогабаритного формовочного оборудования для производства строительных арболитовых блоков из отходов лесопереработки	13	13,2
Экологический проект рециркуляции старогондних шин с последующей переработкой в резиновую крошку	13	12,1
Разработка, проектирование и монтаж зерносушильных карусельных комплексов	13	14,1
Создание производства новых термостойких связующих	16	16,2

В таблице 3 отображены результаты оценки проектов победителей конкурса инновационных проектов «Новый Алтай» в 2010 г. В колонке «Оценка экспертов» представлены значения, проставленные экспертами по критерию «научно-техническое качество инновации, новизна предлагаемого решения; столбец

«Оценка системы» содержит числовые значения результата оценки по разработанной методике. Из приведенной таблицы видно, что при оценке по предлагаемой методике отклонения незначительны, из чего можно сделать вывод об актуальности и достоверности разработанной методики.

Библиографический список

1. О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной и научно-технической политике»: Федеральный закон от 21.07.2011 г. №254-ФЗ.

2. Пятковский О.И. Интеллектуальные компоненты аналитических информационных систем управления организацией. — Барнаул, 2002.

3. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. — М., 2002.

4. Нейроинформатика / А.Н. Горбань [и др.]. — Новосибирск, 1998.

5. Попов Э.В. Экспертные системы: решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. — М., 1987.