

ности) в предмете, а, поскольку элементов в предмете много и выбор очередного учащимся произволен, то путей познания в предмете – множество. Таким образом форма, в которой предмет деятельности предъявлен учащемуся, должна обеспечивать ему множество путей познания, в чем-то отличающихся один от прочих.

Четвертым условием реализации принципа самостоятельности назовем **мотив познавательной деятельности**. Понятие мотива есть категория психологии и в контексте методологии учебной деятельности мы ее лишь обозначим. Тем не менее, полезно обозначить и факторы, влияющие на его формирование, поддержку и развитие. Наряду с факторами, принадлежащими внешней среде, включающей социальные, экономические, организационные механизмы и с факторами, относящимися к психической характеристике личности, следует иметь в виду, а, с учетом акцента на проектирование формы представления предмета деятельности – приоритетно обозначить факторы, происходящие от формы, в какой предмет деятельности дает-

ся учащемуся. Группа факторов, зависящих от формы предъявления предмета деятельности должна быть исследована при разработке технологии учебного процесса.

Пятым условием принципа самостоятельности назовем **целесолагание**, как состояние сознания учащегося, характеризующееся постоянной генерацией ряда целей, сменяющих одна другую по мере продвижения на пути познания.

Шестым условием принципа самостоятельности назовем критерий результативности. **Критерий результативности** выполненного действия, это такая форма результата этого действия, которая проясляет соответствие полученного результата той внешней цели, которую ставит преподаватель.

Седьмым условием принципа самостоятельности назовем **обратную связь**. Обратная связь, это состояние сознания учащегося, формируемое безусловным и перманентным процессом проверки результатов выполняемых действий в какой-либо форме: самопроверка, проверка с помощью автоматического устройства, проверка преподавателем.

ББК У012.12

ПРИНЦИП ДИАЛОГИЧНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИЙ

С.Н. Быков, Д.Н. Нестерук

Юргинский филиал Томского политехнического университета. г. Юрга
E-mail: bykov@ud.tpu.edu.ru

В статье предлагается использовать принцип диалогичности при прогнозе эффективности инновационных продуктов на основе экспертных данных. Извлечение знаний экспертов в процессе диалога осуществляется с учетом их общественной роли и психофизиологических возможностей с использованием компьютерных систем поддержки решений.

Создание конкурентоспособной наукоемкой продукции является одним из приоритетных направлений современного этапа развития экономики России и позволяет успешно выходить с этой продукцией на внутренний и мировой рынки, что, в свою очередь, обеспечивает экономический рост, повышает уровень жизни населения.

Основой создания такой продукции является использование уникального сочетания инновационных идей. При этом ключевой проблемой является извлечение качественных экспертных знаний для достоверного прогноза эффективности использованных инноваций, т.к. без этого многие инженерно-технические разработки вряд ли достойно войдут в нашу жизнь или очень быстро станут морально устаревшими.

Следует отметить, что на начальном этапе решения данной проблемы необходимо определиться с составом экспертов, которые будут осуществлять оценку инноваций. Указанная задача явля-

ется относительно самостоятельной и достаточно сложной. Решение вопроса о наборе и уровне профессиональных и психологических качеств, которыми должен обладать привлекаемый эксперт принимается в зависимости от сложности и специфики исследуемой проблемы, направлений дальнейшего использования полученных результатов. В большинстве случаев необходим средний уровень профессионализма, достаточный для понимания поставленной задачи и возможности работы на ЭВМ, а также неподверженность конформизму и способность конструктивного общения с другими субъектами диалога. Однако положительной стороной при данном варианте является повышение вероятности учета большего количества факторов как следствие разносторонности знаний членов экспертной группы.

В любом случае, в качестве экспертов целесообразно привлекать специалистов, обладающих теоретическими знаниями и практическими навыка-

ми решения проблем в рассматриваемой предметной области (знание конкретного рынка, структуры технико-экономических показателей деятельности предприятия, состава показателей качества данной продукции и т.д.). Необходимо также учитывать общие требования к субъектам экспертного опроса [1–4]: производительность, способность обучаться и самообучаться, умение трактовать противоречия, знание существующих научно-технических возможностей и ограничений, способность к объяснениям.

Вопрос определения уровня компетентности решается путем его оценки руководителем, другими экспертами и самооценкой по 10-балльной шкале с последующим расчетом аддитивного показателя компетентности методом средневзвешенного.

Повышение точности и достоверности результатов исследования требуют увеличения количества привлекаемых экспертов. Для большинства случаев необходимо 10–15 специалистов, в особых ситуациях возможно использование до 40 экспертов. Дальнейшее увеличение числа экспертов, как правило, приводит к значительному росту финансовых и временных затрат без существенного повышения точности и достоверности результатов.

В целом, значительные усилия, затраченные при комплектовании группы, полностью оправдываются за счет оптимизации степени точности и достоверности результатов при минимизации затрат времени и средств.

Разработка эффективного регламента извлечения знаний при оценке альтернатив по выбранным критериям и показателям должна основываться на оценке влияния на точность результатов содержания информации, которой обмениваются эксперты. Можно выделить регламенты с личными контактами между субъектами [5, 6] и многотуровые регламенты без личных контактов с контролируемой обратной связью.

Процесс извлечения экспертных знаний можно представить в виде диалога группы субъектов, отражающих различные позиции при создании конкурентоспособной продукции. При этом всех субъектов диалога можно условно разделить на три группы: "прогрессивные предприниматели", "независимые эксперты", "профессиональные менеджеры".

"Прогрессивный предприниматель" принимает наиболее активное участие на начальных и заключительных этапах исследования. В начале, исходя из потребностей общества и тенденций научно-технического прогресса, в процессе диалога выделяет основные направления разработки и оценки инноваций. При получении результатов исследований – соглашается с ними или предлагает доработать используемые критерии оценки и продолжить диалог.

"Независимый эксперт" на основе анализа мнения прогрессивного предпринимателя предлагает

наиболее актуальные и значимые критерии оценки конкурентоспособности, с помощью профессионального менеджера формирует различные справочные таблицы, используя результаты маркетинговых исследований, объективно оценивает инновацию.

"Профессиональный менеджер" участвует на всех этапах и во всех процедурах создания и оценки будущего образа продукции. Он управляет процессами сбора и обработки информации, принимает решение о целесообразности продолжения исследований, находит компромисс между субъектами диалога, формирует отчет о результатах оценки конкурентоспособности.

Из всех субъектов диалога к профессиональному менеджеру предъявляются наиболее высокие требования. Кроме вышеуказанных общих они должны эффективно использовать свою интуицию, личный опыт и знания, которые не могут быть получены из других источников, выдавать информацию в концентрированном и организованном виде в соответствии с языком и регламентом диалога.

В целом, процессы извлечения знаний у субъектов диалога при оценке инноваций отличаются высокой трудоемкостью и значительными интеллектуальными нагрузками, связанными с обобщением больших объемов справочной информации, что обуславливает необходимость использования компьютерных систем поддержки решений (КСПР).

При разработке показателей перспективности инноваций можно выделить следующие этапы извлечения знаний у субъектов диалога: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование.

На этапе идентификации выявляется и формулируется проблема и основные входящие задачи оценки конкурентоспособности данного вида продукции; определяется возможность и целесообразность разработки конкретного критерия конкурентоспособности; выявляются конкретные кандидаты на роли прогрессивного предпринимателя, независимого эксперта, профессионального менеджера; определяются возможные пользователи результатов исследований, критерии эффективности и достоверности результатов.

На этапе концептуализации выполняется наиболее трудоемкая и сложная деятельность по извлечению основного объема знаний, применяемых специалистом при решении сформулированной проблемы. Именно на этом этапе осуществляется разработка критериев для каждого показателя, разделение критериев на уровни, присвоение исходных баллов каждому уровню. При этом субъектам диалога необходимо использовать структурные, стратегические и дополнительные типы знаний [7–10]. К структурным знаниям относятся объекты и понятия различного уровня абстракции, а также

отношения между ними. Стратегические знания включают в себя процедуры, эвристики, решающие правила и стратегии, "применяемые" субъектом к структурным знаниям для решения проблемы. К дополнительным типам знаний относятся различного рода объяснения и обоснования связей и условий.

Извлечение знаний на этапе концептуализации не является однородным процессом. Вначале, когда объем привлекаемой исходной информации незначителен, преобладает аналитическая компонента, связанная с идентификацией основных требований внешней среды и тенденций научно-технического прогресса. По мере получения информации все большую роль начинает играть синтетическая компонента, связанная с формированием критериев оценки конкурентоспособности наукоемкой продукции, которые существенно влияют на последующее извлечение знаний. Сущность разработанных критериев становится более конкретной, при этом процесс извлечения знаний приобретает характер интерпретации и присвоения исходных баллов в оценочных таблицах.

На этапе формализации основными функциями субъектов являются выбор конкретного метода оценки альтернатив и способа свертки критериев, создание формального алгоритма оценки, разработка рекомендаций для программиста системы.

На этапе реализации происходит незначительное использование знаний, которое фактически сводится к уточнению и корректировке формального алгоритма в процессе диалога профессионального менеджера и программиста. На этом этапе знания, приобретенные на предшествующих этапах, преобразуются в элементы подсистем управления моделями и данными КСПР.

На стадии тестирования, интенсивность получения информации от субъектов значительно возрастает. Целями извлечения знаний на этом этапе являются проверка адекватности выбранных методов и показателей оценки конкурентоспособности инноваций.

Важной характеристикой процесса разработки КСПР является полнота и непротиворечивость представления знаний субъектов диалога в системе. Источники неполноты и ошибок различны в зависимости от уровня извлечения знаний – когнитивного, лингвистического, операционального.

Знания субъектов диалога на когнитивном уровне, отражающие их квалификацию в проблемной области, могут быть неполными и содержать ошибочные представления о реальности. На лингвистическом уровне могут появляться ошибки, связанные как с неточностью и неоднозначностью естественного профессионального языка субъектов, так и с вербализацией его неверных представлений. Кроме того, отображение знаний когнитивного уровня на лингвистический может быть неполным по причине принципиальной невозмож-

ности адекватной вербализации. При отображении знаний на операциональный уровень представления также может происходить уменьшение точности и полноты описания реальности по причине объективного неадекватности программных средств языку диалога.

При извлечении знаний недопустимо рассматривать субъектов диалога просто как датчиков, обладающих определенными характеристиками. Качество информации, которой обмениваются субъекты диалога, существенно зависит от формы ее получения. Если при оценке альтернативы по какому-либо критерию человек использует привычные для него единицы измерения, то серьезных проблем не возникает. Например, в задачах технического характера эксперты на основании многолетнего опыта надежно оценивают физические характеристики объектов. С другой стороны, в компьютерной системе экспертам необходимо проставить оценку в баллах по показателям конкурентоспособности и т.д. Это объективно приводит к затруднениям, поскольку такая форма информации несколько непривычна для них, и новая шкала измерений может снизить надежность получаемой информации и согласованность оценок [11].

Процессы обработки информации субъектами диалога имеют свои характерные особенности, зависящие не столько от их индивидуальных особенностей, сколько от общей для всех людей структуры организации человеческой памяти. Слишком оптимистично предполагать, что "человек может все", что "эксперт даст любую информацию, надежно и в любой форме". С точки зрения эксплуатации КСПР наиболее важным представляются вопросы ранжирования весомости и прямой балльной оценки критериев конкурентоспособности.

Определение ранга критериев является для эксперта далеко не простой задачей, т.к. при назначении весов он должен принять во внимание, например, среднестатистические балльные оценки критериев, диапазон шкалы критерия и т.д. Результаты исследований показывают существенные различия между теми весами критериев, которые назначает сам человек, и теми, которые можно выявить на основе его действий. Обычно завышают весомость незначительных критериев и недооценивают наиболее существенные, причем, эти отклонения мало зависят от квалификации субъекта и характерны как для предпринимателей и экспертов, так и для менеджеров.

Анализ результатов балльной оценки критериям разработанных показателей КСПР также показал, что субъекты нередко бывают непоследовательными и нетранзитивными. Наглядно это проявилось при сопоставлении результатов прямой балльной оценки и попарных сравнений альтернатив.

Однако отсюда не следует, что субъекты диалога не могут решить поставленные перед ними зада-

чи. Основной их принцип – преобразование и упрощение сложной ситуации на основе использования множества разнообразных эвристик. В любом случае одной из основных проблем остается определение допустимой нагрузки на эксперта. Эта нагрузка определяется количеством конкретных критериев конкурентоспособности продукции. Результаты исследований [11] показывают, что эксперты ведут себя достаточно надежно и непротиворечиво при количестве объектов анализа (критериев показателя, уровней критерия и т.д.) не более 10. За этим пределом поведение экспертов резко меняется, возрастает количество ошибок и противоречий. Таким образом, налицо определенные пределы человеческих возможностей для рассматриваемых операций получения информации. Эти пределы учтены при разработке КСПР, в частности, количество критериев и их уровней в большинстве процедур установлено от 5 до 9.

Основным требованием при разработке алгоритмов принятия решений в поставленной задаче определения конкурентоспособности наукоемкой продукции является соответствие способов получения информации от экспертов реальным возможностям получения от него надежной информации. Выбираемые для КСПР методы должны удовлетворять этому требованию. Это достигается за счет унификации алгоритмов КСПР и сравнительной легкостью обучения экспертов технологии работы с критериями оценки конкурентоспособности. Кроме того, в разрабатываемой системе должен учитываться вид субъекта, пользующегося советами системы (предприниматель, эксперт, менеджер).

Таким образом, использование принципа диалогичности, учитывающего общественную роль и психофизиологические характеристики экспертов, а также возможностей современных технических средств обеспечивает высокую достоверность прогноза эффективности инновационных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. — М.: Экономика, 1984. — 176 с.
2. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. — М.: Наука, 1979. — 200 с.
3. Hart A. Knowledge acquisition for expert systems. — London: Kogan Page, 1986. — 250 p.
4. Hawkins D. An analysis of expert thinking // International J. Man-Machine Studies. — 1983. — V. 18. — P. 1–47.
5. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. — М.: Экономика, 1978. — 250 с.
6. Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. — М.: Наука, 1984. — 250 с.
7. Кук Н.М., Макдональд Д.Э. Формальная методология приобретения и представления экспертных знаний // ТИИЭР. — 1986. — Т. 74. — № 10. — С. 145–155.
8. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. — М.: Наука, 1987. — 220 с.
9. Попов Э.В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. — М.: Наука, 1987. — 200 с.
10. Хейес-Рот Ф., Уотерман Д., Ленат Д. Построение экспертных систем. — М.: Мир, 1978. — 250 с.
11. Быков С.Н. Психологические механизмы экспертного оценивания альтернатив // 12-я научн.-практ. конф. филиала ТПУ и Юргинского НТЦ Кузбасского отделения РИА. Сб. трудов. — Юрга: Изд-во ТПУ, 1999.