

## **Автоматизация поддержки принятия управленческих решений с помощью интеллектуальных систем**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,  
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба*

Принятие управленческого решения в каждом отдельном случае является творческим процессом, основанным на многолетнем профессиональном опыте лица, принимающего решение (ЛПР) [1]. Просчеты, допущенные на этом этапе, в виде утверждения не самого эффективного, а тем более ошибочного, решения могут иметь большие негативные последствия и обходятся особенно дорого. Причиной таких просчетов в подавляющем большинстве случаев является человеческий фактор – физическое или моральное состояние ЛПР, недостаток опыта и естественные ограничения объема информации, которую человек может удерживать в памяти, обрабатывать за требуемый временной период и учитывать при принятии решений. Автоматизация поддержки принятия таких решений позволит сохранить опыт высококвалифицированных специалистов и использовать его для вывода решений, увеличить объем учитываемой при принятии решения информации, а значит, повысить качество принимаемых решений и снизить время, требуемое для их принятия.

Задача принятия решения принадлежит к классу слабоструктурированных задач, автоматизация которых возможна лишь с помощью интеллектуальных систем [2], способных приобретать, накапливать и обрабатывать специализированные знания и эффективно выводить решение на основе имеющейся базы знаний (БЗ), воспроизводя ход рассуждения эксперта в аналогичной ситуации. В данной работе для решения указанных задач использован метод разноуровневых алгоритмических квантов знаний (РАКЗ-метод) в рамках квантового подхода в инженерии знаний.

Целью данной статьи является разработка моделей принятия знаниеориентированных решений средствами инженерии квантов знаний [3] для поддержки принятия управленческих решений в различных сферах профессиональной деятельности человека.

**Обобщенная методика решения слабоструктурированных задач средствами инженерии квантов знаний.** Рассматриваемый объект принятия решений (ОПР) описывается набором информативных характеристик [3] (признаков)  $X_1 \dots X_n$ , принимающих значения из конечных множеств  $(\alpha_1^1 \dots \alpha_{p_1}^1) \dots (\alpha_1^n \dots \alpha_{p_n}^n)$ . Из множества наблюдаемых объектов формируют набор сценарных обучающих примеров, составляя тем самым таблицу эмпирических данных (ТЭД). Из обучающей выборки посредством оператора индукции формируется минимизированная база квантов знаний. Из полученной базы квантов знаний с помощью оператора дедукции строится квантовая сеть рассуждений, используемая в дальнейшем для вывода решений в каждой конкретной ситуации. Обобщенная методика решения слабоструктурированных задач средствами инженерии квантов знаний показана на рис. 1.

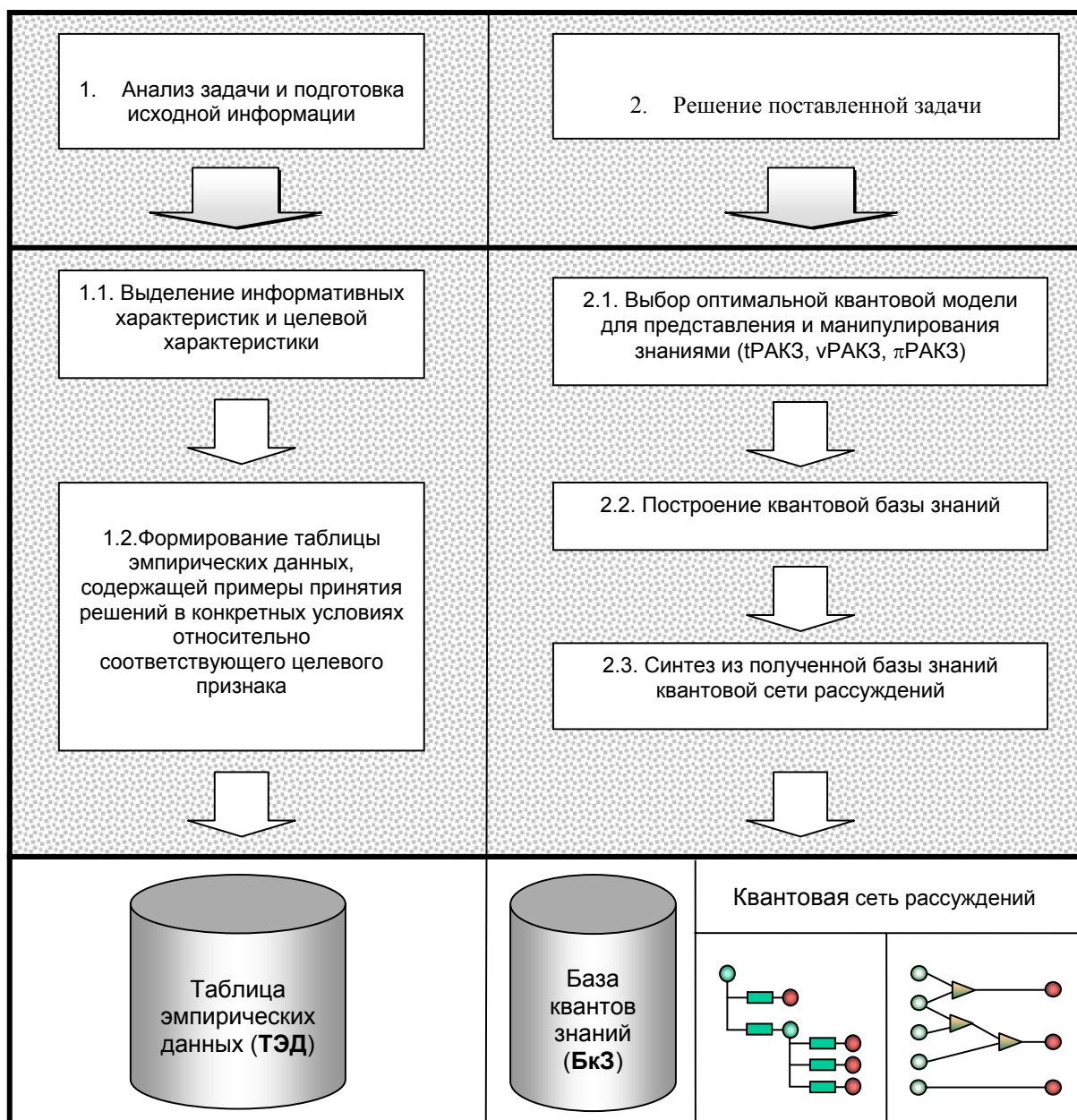


Рис. 1. Обобщенная методика решения слабоструктурированных задач средствами инженерии квантов знаний

Используя показанную методику, построим квантовые модели для автоматизации поддержки принятия управленческих решений на примерах оценки риска инвестиций в акции и оценки ситуации в особых случаях управления полетами.

**Построение квантовой модели для автоматизации поддержки принятия решений при оценке риска инвестиций в акции.** Под риском в экономике принято понимать вероятность (угрозу) потери юридическим или физическим лицом части своих ресурсов, недополучения доходов [4-6] или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной или финансовой деятельности.

В условиях нестабильной, быстро меняющейся ситуации необходимо учитывать все возможные последствия от действия конкурентов, а также изменение рыночной ситуации. Для того, чтобы представить необходимые данные для принятия решений о целесообразности участия в проекте и предусмотреть меры по защите от возможных финансовых потерь, проводится анализ риска.

Анализ рисков предполагает два взаимодополняющих друг друга вида – качественный и количественный. Качественный анализ может быть сравнительно простым. Его главная задача – определить факторы риска, этапы и условия, при выполнении которых риск возникает и т.д., то есть, установить потенциальные области риска. Количественный анализ риска – определение размера риска проекта, – проблема более сложная. Участники фондового рынка всегда берут на себя финансовый риск – риск снижения доходности, прямых финансовых потерь или упущенной выгоды. Однако в каждом отдельном случае учитывают различные виды финансового риска [4-6].

Акция – вид ценной бумаги, который выпускается акционерным обществом и свидетельствует о том, что ее владелец является членом данного общества. Законодательство Украины, как и законодательство многих стран, допускает возможность оплаты стоимости выпускаемых акций деньгами, имуществом, имущественными и неимущественными правами, ценными бумагами. Акционер имеет право на участие в управлении акционерным обществом и на получение части прибыли общества в форме дивидендов [5].

В зависимости от признака классификации существует большая разновидность акций. Акции могут быть: номинальными и безноминальными; платными и премиальными; имеющими свободное хождение и с ограниченным хождением; отечественными и иностранными; глобальными (всеобщими), народными, трудового коллектива и т.п. [4-5]. Таким образом, уровень риска и агрессивность хозяйственной среды на украинском рынке ценных бумаг обуславливают необходимость разработки особых стратегий и инструментов, способных снизить эти риски.

Эта задача характеризуется неполнотой исходной информации (неизвестно, в каком количестве и как выбрать информативные признаки для классификации объекта), отсутствием решающих правил. Данные разнотипны (измерены в количественных и качественных шкалах), искомое правило принятия решения нельзя определить численными методами ( $\lambda$ -неопределенность) [3]. В этих условиях целесообразно использовать метод точных разноуровневых квантов знаний (tPAK3-метод) [3]. В результате анализа предметной области были выделены следующие информативные характеристики:

- $x_1$  - объем реализации прав (простая, конвертируемая, привилегированная);
- $x_2$  - способ отражения движения (именная, на предъявителя);
- $x_3$  - интерес клиента (быстрое приращение капитала, сохранность капитала, использование акций как деньги);
- $x_4$  - ликвидность акции (высокая, низкая);
- $x_5$  - хождение (свободное, ограниченное);
- $x_6$  - предприятие (агрессивное, умеренное, консервативное);
- $x_7$  - дивиденды (есть задержки выплат, нет задержек выплат);
- $x_8$  - дивидендная отдача ( $ДО < 0.01$ ,  $0.01 \leq ДО < 0.1$ ,  $ДО > 0.1$ );
- $x_9$  - номинал ( $Н \leq 0.25$ ,  $Н > 0.25$ , безноминальная).

Целевой характеристикой  $x_{10}$  является риск инвестиций (высокий, средний, низкий).



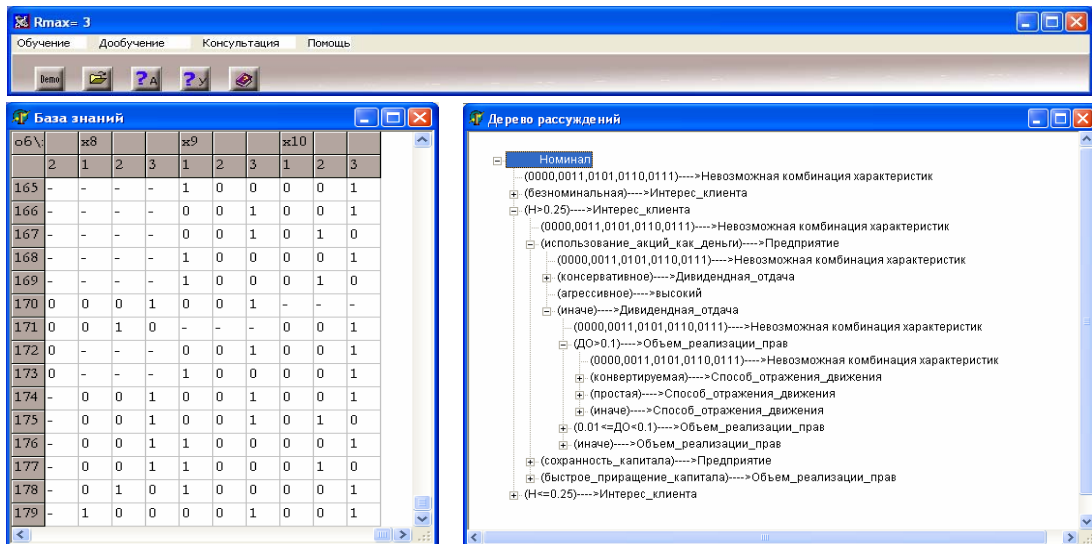


Рис 3. Обучение системы «СОРИВА» для принятия решений о покупке акции

На основе полученной квантовой сети рассуждений система проводит консультацию пользователя, формируя рекомендации по риску инвестиций в конкретную акцию по заданным пользователем значениям характеристик рассматриваемой акции (рис. 4).

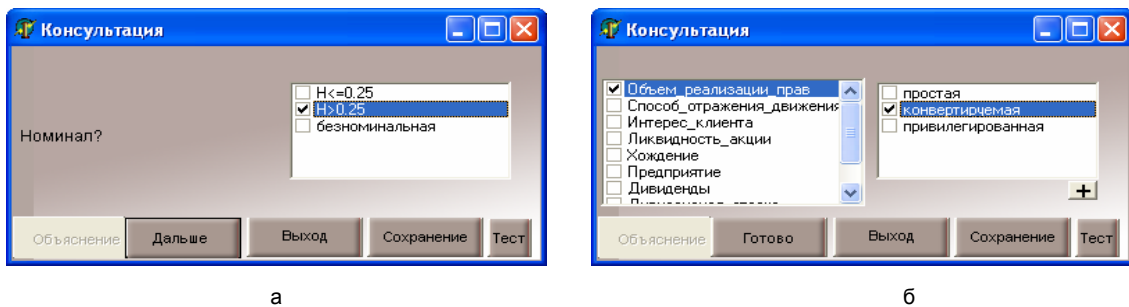


Рис. 4. Примеры консультаций пользователя:

а – управляемая ЭВМ; б – управляемая пользователем

Формирование ответа осуществляется методом прохода по активизированной ветви сети рассуждений. Пример выдачи рекомендации по заданной акции и объяснения предложенного решения приведен на рис. 5.

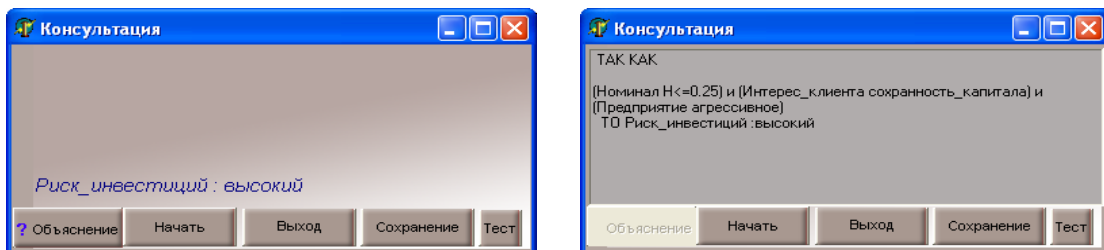


Рис 5. Выдача результатов консультации

Объяснение предложенного решения представляет собой использованную ветвь сети с указанием заданных пользователем значений характеристик по рассматриваемой акции.

**Построение квантовой модели для автоматизации поддержки принятия решений при оценке ситуации в особых случаях управления полетами.** Перспективным направлением развития технических средств обеспечения безопасности полетов является создание систем поддержки принятия решений (СППР), представляющих собой искусственного помощника руководителя полетов, который в диалоговом режиме оперативно помогал принимать сложные для него решения в особых случаях полета с учетом всей доступной информации о сложившейся ситуации [7]. Входные данные для СППР формируют из сообщений экспертов и пользователей предметной области обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов (ЛА), показаний датчиков, измерителей, справочной литературы и других источников.

Данная задача характеризуется неполнотой и нечеткостью исходной информации (неизвестно в каком количестве и как выбрать информативные признаки для классификации объекта), отсутствием решающих правил. Данные разнотипны (измерены в количественных и качественных шкалах), не все являются точными и поступают не в полном объеме из разных источников. Искомое правило принятия решения нельзя определить численными методами ( $\lambda$ -неопределенность) [3]. В этих условиях целесообразно использовать метод нечетких разноуровневых квантов знаний ( $\pi$ ПАКЗ-метод) [3]. В результате анализа предметной области были выделены 77 информативных характеристик для описания возникшей ситуации и 46 целевых характеристик, представляющих собой описание отказа одной из систем самолета.

Содержательно задача состоит в следующем. Заданы количество и содержание искомых заключений в решаемой прогнозной или распознавательной задаче, а также разнотипные характеристики объекта принятия решений (ОПР) в причинно-следственных высказываниях экспертов либо суждениях из других источников относительно вывода искомых решений с некоторыми оценками ПД этих характеристик и суждений. Требуется разработать методику решения задачи принятия распознающих и прогнозных решений РП и летчиком о выходе из особого случая в полете либо спасения экипажа.

Решение показанной задачи покажем с помощью демонстрационного прототипа СППР «ЭКСПЕРТ» [8], предназначенного для компьютерной поддержки принятия приближенных решений в задачах распознавания и прогноза особых случаев полета самолета Л-39. Выходной информацией СППР служат новые знания в форме  $\pi$ к-знаний с вычисляемыми показателями достоверности, выводимые посредством  $\pi$ -квантовой сети вывода решений из посылочной информации. Руководителю полетов оперативно выдаются рекомендации принять решение о выдаче команд летчику по парированию особого случая полета с наибольшим показателем достоверности при решении задачи распознавания либо в мажоритарном виде при решении задачи прогноза, как показано на рис. 6.

В распоряжении руководителя полетов находятся летно-технические характеристики ЛА, эксплуатационные ограничения, основные сведения о конструкции и эксплуатации систем и оборудования самолета, аудио-, видео-файлы.

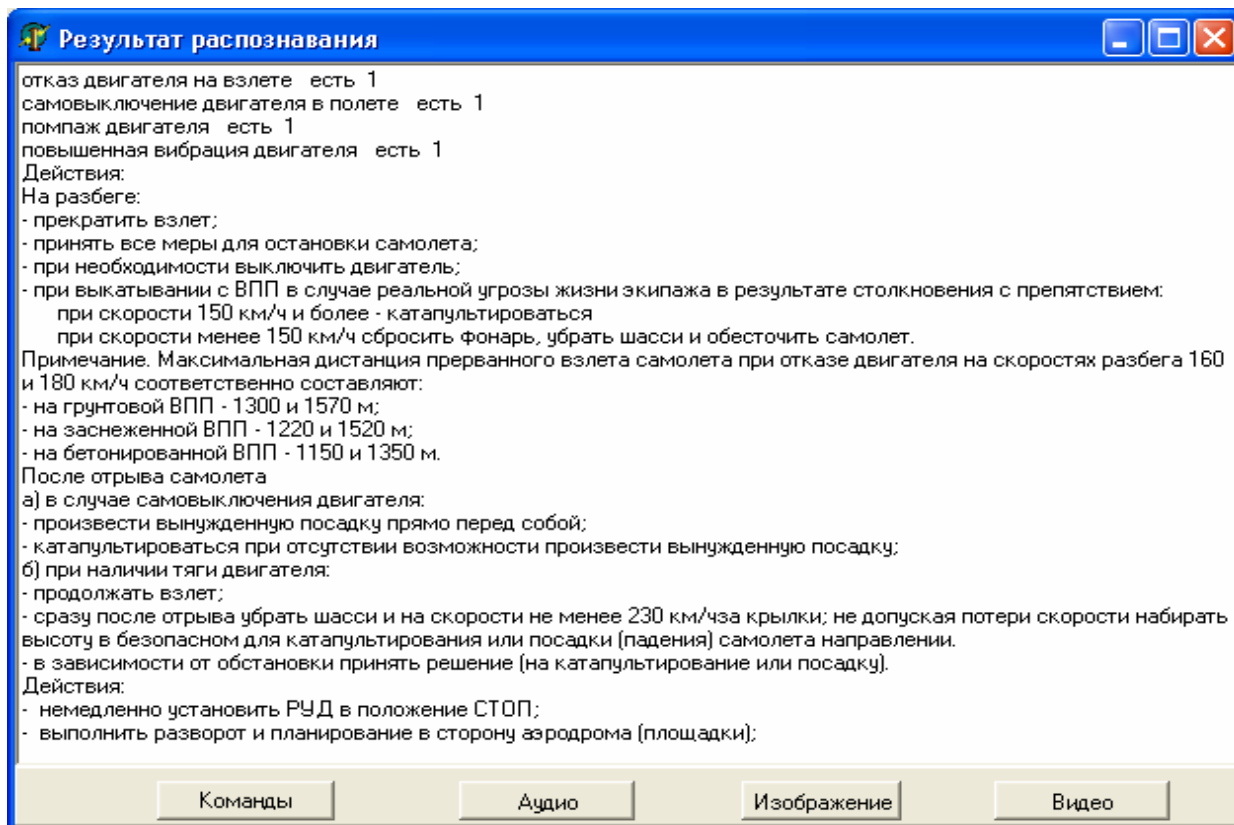


Рис 6. Решение задачи распознавания ОСП

Знаниеориентированная система поддержки принятия решений «ЭКСПЕРТ» включает в себя: базу знаний, базу данных, блок логического вывода и принятия решений, интерфейсный блок взаимодействия с пользователем, блок объяснений принимаемых решений и блок документирования.

### Выводы

1. Разработана обобщенная методика решения задач поддержки принятия управленческих решений с помощью интеллектуальных систем, созданных на базе инженерии квантов знаний.
2. Сформированы две задачи принятия управленческих решений и показано их решение средствами разработанных интеллектуальных систем «СОРИВА» и «ЭКСПЕРТ».
3. Получил дальнейшее развитие метод разноуровневых алгоритмических квантов знаний.

### Список литературы

1. Люгер Джордж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем.- 4-е изд.: пер. с англ. / Джордж. Ф. Люгер.- М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
2. Сироджа И.Б. Модифицированный метод инженерии квантов знаний для принятия идентификационных решений в условиях □-неопределенности / И.Б. Сироджа, Л.А. Гордиенко // Открытые информационные компьютерные

интегрированные технологии: сб. науч. трудов. – Х.: ХАИ, 2004. – Вып. 24. – С. 231-241.

3. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления / И.Б. Сироджа - К: Наукова думка. 2002. - 428 с.

4. Оценка эффективности инвестиционных проектов./ Виленский П.Л. и др. - М.: Дело.- 1998. -248 с.

5. Изюмин П.С. Ценные бумаги / П.С. Изюмин. – М.: Бизнес-Информ, - 1996. – 397с.

6. Бирман Г. Экономический анализ инвестиционных проектов учеб. / Г. Бирман, С. Шмидт.- пер. с англ. Е.А. Ананькиной, под ред. Л.П. Белых.- М.: Банки и биржи: ЮНИТИ.-1997. –631с.

7. Куренко А.Б. Знаниеориентированное принятие распознающих и прогнозных решений для особых случаев полета в условиях неопределенности / А.Б. Куренко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2003. - № 4. - С. 102-110.

8. Куренко А.Б. Индуктивный подход к построению квантовой базы знаний для поддержки принятия решений в особых случаях управления полетами / А.Б. Куренко, Л.А. Гордиенко // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: сб. науч. тр. – Х., 2005 - Вып. 132.. –С. 11-16.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. заведующий кафедрой системотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники Э.Г. Петров,