

УДК 658.5.011.56:359

С.В. Лукашов, А.В. Шинкаренко

МЕТОДЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Лукашов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, окончил факультет радиозлектроники ВМА им. Н.Г. Кузнецова. Начальник кафедры автоматизированных систем управления ВМА им. Н.Г. Кузнецова. Имеет статьи, учебные пособия, учебники, монографию в области теоретических основ автоматизации управления силами флота. E-mail: sergeilukashov@mail.ru

Шинкаренко Александр Владимирович, адъюнкт кафедры автоматизированных систем управления ВМА им. Н.Г. Кузнецова, окончил факультет радиозлектроники ВМА им. Н.Г. Кузнецова. Имеет статьи в области построения экспертных систем поддержки принятия решений военного назначения. E-mail: A_Pingvin@mail.ru

Аннотация

В статье представлен материал по анализу существующих методов преодоления неопределенности информации в экспертных системах поддержки принятия решения (ЭС ППР). Рассмотрены пути решения структурированных, слабоструктурированных и неструктурированных проблем.

Статья предназначена для специалистов, занимающихся созданием экспертных систем и баз знаний для прикладных интеллектуальных систем, а также для специалистов, занимающихся вопросами автоматизации процессов управления, выработки и принятия решения органами управления.

Abstract

The article presents some material on analysis of existing methods of overcoming of information uncertainty within expert support systems. It deals with solution ways for structured, semistructured and unstructured problems.

The article is for specialists engaged in creation of expert systems and knowledge bases for application intelligence systems as well as for specialists engaged in automation of processes of control, generation of decision and decision-making for authorities.

В общем случае лицо, принимающее решение, (ЛПР) при поиске путей решения поставленной задачи стремится правильно понять проблему и получить всю необходимую информацию о ситуации, использовать свой опыт и интуицию, а также принять во внимание наиболее важные факторы и отбросить второстепенные. Для этого ему необходимо провести систематический анализ:

- всех факторов, имеющих отношение к проблеме;
- имеющейся информации о проблемной ситуации;
- вариантов решения и выбора лучшей альтернативы.

Поскольку проблемы могут быть хорошо структурированными, слабоструктурированными и неструктурированными [7, 12], то и методы обоснования решений и способы преодоления неопределенности информации в них соответственно различаются.

При принятии решения для хорошо структурированных проблем необходимо учитывать их характерные особенности, а именно [8]:

- цель предстоящих действий объективна и задается извне;

- возможен выбор лучшего варианта решения из всей совокупности известных вариантов (альтернатив);

- перечень необходимых ресурсов и нужное их количество поддаются обоснованию;

- факторы, которые необходимо учитывать при решении проблемы, поддаются точному количественному учёту и представляются в виде числа или функции;

- функции между переменными объективны и могут быть вычислены.

Для обоснования решения по таким проблемам применяются методы исследования операций: аналитические методы, статистические методы, методы математического программирования, методы теории игр [1, 2, 5, 6, 13, 14].

Кроме того, теория игр разрабатывает методы и модели поведения в условиях конфликтов. Для большинства таких моделей в качестве оптимального поведения принимается принцип, согласно которому сторона, принимающая решение, ориентируется на наиболее неблагоприятное распределение вероятностей, т.е. на распределение, при котором средний статистический выигрыш оказывается минимальным. Отсюда оптимальным считается решение, кото-

рое максимизирует этот минимальный выигрыш [13], т.е. критерий оптимальности объективен, не зависит от предпочтений ЛПР. В основе вычислений среднего выигрыша лежит одна из аксиом теории вероятностей о значительном количестве событий [6].

Методы обоснования решений для хорошо структурированных проблем предполагают объективный характер модели; построение модели и поиск оптимального решения не ЛПР, а аналитиками; наличие объективного, т.е. не зависящего от субъективных предпочтений ЛПР, критерия выбора лучшего решения.

Для слабоструктурированных проблем, кроме методов исследования операций [6], для преодоления неопределённости исходной информации применяют [9, 12, 14, 16]:

- методы субъективно ожидаемой полезности;
- методы многокритериальной теории полезности;
- методы конструктивисткой математики;
- метод анализа иерархий;
- эвристические методы.

Однако развивается и другой подход к снятию неопределённостей. Этот подход связан с понятиями «риск» и «ситуация риска» [13].

Ситуацию риска характеризуют следующими тремя условиями:

- наличие неопределённости;
- необходимость выбора альтернатив;
- возможность оценить при этом вероятность осуществления выбранных альтернатив.

Выбором лучшей альтернативы экспертная система поддержки принятия решения пытается преодолеть неопределённость с определённой долей риска. Поэтому под риском понимают деятельность ЭС ППР, связанную с преодолением неопределённости в ситуации неизбежного, т.е. обязательного, выбора. Считается, что, принимая решение, ЭС ППР должна учитывать:

- вероятность (меру) получения желательного результата, т.е. вероятность успеха;
- вероятность (меру) наступления нежелательных последствий, т.е. вероятность неудачи;
- вероятность отклонения от выбранной цели (как в положительную, так и в отрицательную стороны);
- возможные благоприятные и негативные последствия своих действий.

При данном подходе оценка величины риска становится одним из важнейших элементов всего процесса принятия решения, естественно, оказывающих влияние на окончательный выбор.

Характерным для всех этих методов являются требования к ЭС ППР по получению субъективных количественных оценок различных факторов и их функциональных зависимостей. Отсюда неизбежно возникает вопрос адекватности выбираемого решения реально складывающейся обстановке.

Однако при применении других методов обоснования решений методы работы ЭС ППР значительно разнообразнее. Поскольку сам процесс принятия решения делится на три этапа (выявление перечня (поля) альтернатив для выбора, выявление последствий реализации альтернатив и сравнение последствий с целью выбора лучшего решения), то и на каждом этапе применяются свои методы работы ЭС ППР.

При решении неструктурированных проблем ЭС решает проблемы уникального выбора. Оценка альтернатив и выбор лучшей альтернативы связаны с неопределённостью из-за недостатка или неточности информации.

Для обоснования указанных решений разработаны качественные методы обоснования решений или вербальные методы анализа решений [10]:

- метод обоснования упорядочивания многокритериальных альтернатив;
- метод выбора лучшей альтернативы;
- метод решения порядковой классификации.

Все они базируются на применении для анализа проблем определенной последовательности действий:

- по формулированию, т.е. научной постановке проблемы (определению альтернатив, из которых предстоит сделать выбор, и факторов (критериев), которые будут учитываться при оценке и выборе);
- по выполнению оценки каждой альтернативы по сформулированным факторам (критериям);
- по сравнению всех альтернатив между собой по сделанным ранее оценкам;
- по выбору лучшей альтернативы.

На всех этапах действия ЭС ППР базируется на логических правилах и логическом выводе.

Преодоление неопределённостей первоначально осуществляется методами учёта риска, применяемыми для слабоструктурированных проблем, а далее качественными методами обоснования [10]. Т.е. осуществляется «огрубление» оценок факторов, переход от строгих количественных показателей к более «размытым» качественным значениям. Тем самым зависимость выбора окончательного решения от величины неопределённостей уменьшается.

В настоящее время система управления риском включает в себя следующие элементы, которые могут быть реализованы в ЭС ППР [13]:

- ранжирование всех выявленных альтернатив решения проблемы по степени приемлемости содержащегося в них риска;
- подготовку и принятие нормативных актов, инструкций, помогающих претворить в жизнь рискованные решения;
- разработку конкретных рекомендаций, ориентированных на устранение или минимизацию негативных последствий риска;
- создание специальных планов, инструкций, позволяющих исполнителям эффективно дей-

ствовать в момент возникновения отрицательных последствий;

- выявление основных причин отрицательных последствий;
- разработку предупредительных, содействующих и подстраховывающих мероприятий;
- определение условий для введения в действие предупредительных, содействующих и подстраховывающих мероприятий;
- учет психического, индивидуального восприятия людьми рисков альтернатив и отношения к ним общественного мнения при принятии решения.

Учитывая, что экспертная система - это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о конкретной проблемной области [17], в ней могут содержаться все виды решаемых проблем, приведённые выше, и, соответственно, могут использоваться различные методы обоснования решений и способы преодоления неопределённости информации в них.

Одним из способов исчисления неопределенностей в теории экспертных систем является концепция, предложенная К. Нейлором, основанная на теории вероятностей и теореме Байеса в частности [11]. С помощью формулы Байеса удается накапливать информацию, поступающую из различных источников, с целью подтверждения или неподтверждения определенной гипотезы [15].

Принципиальная схема работы байесовской ЭС состоит в следующем.

Первоначально мы имеем априорную вероятность, которая хранится в базе знаний. Но, получив свидетельство и пересчитав эту вероятность по формуле Байеса, мы можем записать её на место первоначальной априорной вероятности. Получение очередного свидетельства приводит к новому обновлению (увеличению или уменьшению) этой вероятности. Каждый раз текущее значение этой вероятности будет считаться априорным для применения формулы Байеса. В конечном итоге, собрав все сведения, касающиеся всех гипотез, ЭС приходит к окончательному заключению, выделяя наиболее вероятную гипотезу в качестве результата экспертизы.

Основные принципы, реализованные в байесовской ЭС, включают:

- введение верхних и нижних порогов для вероятностей гипотез;
- учет неопределенностей, заключенных в реакции пользователей;
- введение цен свидетельств, определяющих сценарий диалога с пользователем.

Таким образом, использование вероятностных методов позволяет частично преодолеть неопределённости, однако ставит следующие проблемы, которые лучше всего сформулировать в терминах задачи выбора [3]:

- либо априори предполагается, что все дан-

ные независимы, и нужно использовать менее трудоемкие методы вычислений, за что придется платить снижением достоверности результатов;

- либо нужно организовать отслеживание зависимости между используемыми данными, количественно оценить эту зависимость, реализовать оперативное обновление соответствующей нормативной информации, т.е. усложнить вычисления, но получить более достоверные результаты.

Также одним из недостатков использования байесовского подхода, противоречащих нашей интуиции, является субъективная интерпретация вероятностей, которая означает, что, доверяя в определенной степени гипотезе H , мы тем самым изменяем степень доверия к остальным гипотезам.

Этого позволяет избежать функция доверия в теории Демпстера-Шефера, в ней изменение степени доверия к подмножеству гипотез H не принуждает к изменению степени доверия к остальным гипотезам.

Для преодоления этих недостатков применяются альтернативные подходы, основанные, например, на коэффициентах уверенности и методах нечёткой логики, которые имеют дело с ситуациями, когда и сформулированный вопрос, и знания, которыми мы располагаем, содержат нечетко очерченные понятия. Однако нечеткость формулировки понятий является не единственным источником неопределенности. Иногда неопределённость находится в самих фактах. Теория возможностей является одним из направлений в нечеткой логике, в которых рассматриваются точно сформулированные вопросы, базирующиеся на неточных знаниях. Частично привлекательность нечеткой логики для разработчиков экспертных систем состоит в её близости к естественному языку. Таким терминам, как «быстрый», «немного», «правдоподобно», чаще всего дается интерпретация на основе повседневного опыта и интуиции. Это упрощает процесс инженерии знаний, поскольку подобные суждения человека-эксперта можно непосредственно преобразовать в выражения нечеткой логики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волгин Н.С. Математическое моделирование морских боев и операций. - Л., 1990.
2. Волгин Н.С., Махров Н.В., Юровский В.А. Исследование операций. - Л., 1982.
3. Белоногов Г.Г. Компьютерная лингвистика и перспективные информационные технологии. - М.: Русский мир, 2004.
4. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике/ Пер. с фр. — М.: Радио и связь, 1990.
5. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем. - М., 1976.



6. Динер И.Я. Методы исследования операций. Основы теории эффективности. - Л.: ВМА, 1969.

7. Кокорева Т.А. Системный анализ процедур принятия управленческих решений. - СПб., 1994.

8. Комаров М.П. Современные методы принятия решений. - СПб.: ВМА, 1997.

9. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. - М., 1987.

10. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. - М., 1996.

11. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. - М.: Энергоатомиздат, 1991.

12. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование (организация систем) / Перевод с англ. - М., 1991.

13. Суздаль В.Г. Теория игр для флота. - М., 1976.

14. Теория прогнозирования и принятия решений / Под ред. Саркисяна С.А. - М., 1977.

15. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

16. Эдвардс У. Принятие решений // Человеческий фактор. - М., 1991. - Т. 3. - С. 5-89.

17. Экспертные системы. Принципы работы и примеры / Под. ред. Р. Форсайта. - М.: Радио и связь, 1987.