

# Прикладные методы СППР и роль человека при принятии решений

А. В. Митякина

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University  
avmitikka@rambler.ru

**Аннотация.** Основным назначением данных систем является поддержка субъекта в принятии решения в определенной области. Однако данные системы реализуют эту задачу совершенно по-разному. Экспертная система имеет в себе обширную базу знаний, включающую в себя опыт экспертов в определенной предметной области, в которой система призвана принимать решения. И путем анализа исходных данных и сопоставления их с имеющимися в ее арсенале знаниями, система предлагает свой вариант решения, который пригоден к использованию.

**Ключевые слова:** эксперт; данные; модель; алгоритм; система; экспертная система

## I. МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Существуют различные методы поддержки принятия решений: метод аналитических сетей, метод анализа иерархий, ВЕБ – СППР и многие другие. Однако далее будет рассмотрен метод анализа иерархий. Метод анализа иерархий (МАИ) был разработан американским математиком Т. Саати в 1970 году, однако его актуальность с годами только растет. На его основе были разработаны одни из самых сильных систем поддержки принятия решений. Данный метод удобнее всего пояснить на примере. Предположим, что команде необходимо выбрать нового начальника отдела. Имеется три кандидата: Иванов, Петров и Сидоров. Критериями выбора начальника является соответствие кандидата следующим условиям: коммуникабельность, организаторские способности, ответственность, аналитические способности. Вследствие этого образуются следующие уровни иерархии:

- Уровень 0 содержит информацию о цели
- Уровень 1 содержит информацию о критериях отбора

Необязательно иерархическая взаимосвязь будет состоять только из двух уровней – уровней может быть очень много, ведь критерии могут подразделяться на подкритерии и т.д. После этого необходимо придать все каждому из критериев. В данном рассматриваемом случае мы не можем количественно оценить данные критерии, поэтому можно воспользоваться системой ранжирования либо парного сравнения, т.е. создается матрица соответствие всех кандидатов на соответствие определенному критерию. Далее полученные данные интерпретируются в таблицу с десятичными дробями, которые показывают, во сколько раз один кандидат

превосходит другого кандидата по данному критерию. После этого необходимо рассчитать суммы по строкам и пронормировать данные таким образом, чтобы общая сумма равнялась 1, а построчные показатели являлись собой долю каждого кандидата. Полученные таким образом данные принимаются в качестве оценок альтернатив по определенному критерию. Для более точного определения данных значений необходимо использовать собственный вектор матрицы, однако построчные суммы также допустимы к применению, хотя дают менее точный результат.

Аналогичную процедуру необходимо провести и с критериями определения начальника, например, ранжировать их по важности. После всех этих действий мы получим веса критериев. После этого вычисляются оценки альтернатив по критериям. Далее путем расчета взвешенной суммы высчитываются интегральные оценки альтернатив, или в данном случае функция полезности. Самым предпочтительным является тот кандидат, функция полезности которого наивысшая. Основным достоинством данного метода является парное сравнение критериев, а не ярко выраженная субъективная их оценка. Данный способ наиболее точно отражает превосходство одного критерия над другим. Еще одним положительным моментом данного метода можно считать наглядное представление всех условий достижения цели в виде иерархии. Однако у данного метода есть и недостатки. Главным из них является невозможность точной оценки превосходства одного критерия над другим. Ведь данная процедура делается для того, чтобы определить количественную величину превосходства, однако очень сложно сказать, во сколько раз один критерий превосходит другой. Намного проще определить качественную взаимосвязь между данными критериями. Таким образом, при всем разнообразии методов поддержки принятия решений, одним из самых популярных до сих пор является метод анализа иерархий. Его принцип состоит в построении иерархической связи критериев, анализа их взаимосвязи между собой и их отношению к кандидатам. Данный метод не только достаточно прост в использовании, но и дает относительно точную субъективную оценку и помогает сделать правильный выбор, чем и оправдывает свою популярность.

## II. МЕТОДЫ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЕ В СППР

Рассмотрим методы, применяемые при использовании СППР. В данном случае под методом нужно рассматривать способы достижения поставленной цели или решения возникшей задачи. Ещё в 1927 году для решения экономических задач был предложен метод Парето, который позволяет производить многокритериальную оптимизацию. Данный метод оказывается достаточно эффективным, когда количество параметров, по которым производится оценка, невелико и не нужно рассматривать «вес» критериев. Он не требует больших информационных сведений от ЛНР или эксперта и достаточно прост в реализации. При применении метода Парето происходит выстраивание сравниваемых объектов по старшинству их оценок. Ранжирование по данному методу представляет возможность структурировать объекты по группам (а не линейно), посредством чего осуществляется переход от линейного упорядочивания к групповому, более совершенному. Такой подход открывает большие возможности только в том случае, когда это упорядочивание производится по нескольким показателям (а не по одному).

## III. ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

По причине неугасающего спроса на использование возможностей СППР разработчики всего мира уже несколько десятков лет работают над тем, чтобы удовлетворить потребности пользователей в области автоматизированного принятия решений. Как известно, подобных программных комплексов на данный момент существует довольно много.

Система поддержки принятия решений "Эксперт". СППР "Эксперт" представляет собой инструмент для формализации и решения слабоструктурированных и неструктурированных задач планирования, прогнозирования и управления. Её особенностями являются: 1) Данная система основывается на современных методах поддержки принятия решений, которые применяются в США, Канаде, Мексике и других странах для решения задач аналитического планирования; 2) Возможность анализа данных на предмет достоверности; 3) Возможность обработки любых внешних данных; 4) Поддержка как числовых значений, так и субъективных вербальных предпочтений пользователя и др.

Crystal Info -СППР, основанная на гибкой технологии доступа к данным и их обработки. CrystalInfo (ранее: Seagate Info) обеспечивает стандартизацию документооборота и отчётности в масштабе предприятия. Поддерживается технология OLAP, что позволяет получать ответы на важные для бизнеса вопросы "на лету".

Пользователи Baan могут создавать аналитические отчёты посредством обращения непосредственно к данным Baan через Baan native driver фирмы Seagate. Это происходит при помощи генератора отчётов Seagate CrystalReports. С помощью того же драйвера, отчёты, созданные на основе данных Baan, могут быть эффективно

распространены в масштабе корпорации с помощью Seagate Info. Seagate Info позволит также эффективно проанализировать информацию с помощью технологии многомерного анализа данных OLAP.

## IV. РОЛЬ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ

Принятие решения представляет собой особый процесс деятельности человека, направленный на выбор наиболее подходящего варианта действий. Специфической чертой данного процесса можно назвать то, что невозможно в точности предвидеть и учесть все последствия, следующие за выбором. Роли человека в процессе принятия решения могут быть различны: 1) Лицо, принимающее решение (ЛПР) – человек, который непосредственно осуществляет выбор варианта действий; 2) Участник активной группы – входит в определённую группу людей, заинтересованных в оказании влияния на процесс выбора; 3) Владелец проблемы – несёт ответственность за последствия принятого решения, может одновременно являться ЛПР; 4) Эксперт – профессионал в конкретной сфере, к которому обращаются за рекомендациями и оценками.

Модели, разработанные и представленные для оценивания, отнесены к классу оптимизационных. Важность свойств определяется в зависимости от сферы использования моделей: исследование, ограниченное или многократное решение типовой задачи и пр. Разработанные и представленные для оценивания модели различаются функциональностью. В этом случае для их оценивания привлекаются такие признаки как адекватность, сложность по памяти, вычислительная сложность, достоверность результата. Важность признаков ЛПР определяет в зависимости от имеющихся вычислительных ресурсов, требуемой функциональности модели и достоверности результата. Перечисленными примерами не исчерпываются всевозможные постановки задач по оцениванию качества моделей. При детализации рассмотренных свойств модели оцениваются иерархией признаков. Важной особенностью этих задач является многоаспектность оценивания. Для решения таких задач используются методы критериального и функционального выбора.

Происходящая ныне всеобщая интеграция процессов управления и информатизации в сферах производства и управления, социальной сфере определяет необходимость создания ситуационных центров управления различной направленности, информационно-аналитических Систем Поддержки Принятия Решений. При принятии решений в социальной и экономической сфере управляющие должны уделять значительную долю внимания таким пропорциям общественного воспроизводства, которые бы приводили к повышению уровня благосостояния региона и удовлетворению его потребностей. Подводя общую черту нужно сказать, что в настоящее время ни один руководитель достаточно крупного субъекта экономики (компании, корпорации и проч.) не может решить многофакторную задачу и принять рациональное решение в силу огромного количества взаимосвязанных показателей, влияющих на экономические и социальные процессы, последствия которых невозможно предвидеть. И мнения настоящих экспертов не могут помочь справиться

с этой задачей. Именно поэтому с каждым годом происходит совершенствование СППР, спектр их применения расширяется всё на большие области и без них уже невозможно представить дальнейшее существование многих сфер общественной жизни.

### Языки программирования AI

Язык программирования AI отличается от обычного программирования как язык основной, FORTRAN, C и COBOL в том, что он имеет средства обработки символов и работы с динамическими структурами данных. LISP – сложный язык, разработанный в 1958 году Джоном Маккарти, и много выступает исследователями искусственного интеллекта в США. Программа LISP в основном состоит из команды манипулирования символами. Представлена структура данных списков (упорядоченные наборы элементов данных), которыми можно управлять с помощью математических функций. Специализированные функции LISP включают мощные средства отладки, наличие компилятора и переводчика для разработки программы, проверку среды выполнения, включение динамического распределения хранилища программ больше, чем они могли бы быть, и макрос - возможность для легкого расширения языка. Частично из-за макроса и частично из-за потребности возможности приспособить различное оборудование, много версий LISP теперь доступны. Пролог, который обозначает программирование в логике, был изобретен Аланом Кольмерауэром и его коллегами во Франции в 1970 г. PROLOG использует символические представления в виде статей с указанием известных фактов об объектах и отношениях между ними. Программа PROLOG, таким образом, состоит из положений или утверждений, фактов и правил.

При покупке инструментов экспертной системы учитываются следующие соображения:

1. Требования к аппаратуре. Может ли инструмент работать на существующем компьютере или требуется специальное оборудование?
2. Программные требования. Средство требует дополнительного программного обеспечения для запуска?
3. Стоимость.
4. Возможности интерфейса. Удобные интерфейсы являются обязательными как для разработчика, так и для конечных пользователей системы. Возможности для поиска включают гибкость редактирования и простоту использования, последовательность и надлежащее использование меню и всплывающих окон, адекватные сообщения и оперативные средства, графические возможности, удобная помощь.
5. Методы представления знаний. Средства используют различные методы: правила, семантические сети, фреймы, объектно-ориентированные подходы и др.

На сегодняшний день, значительное число мелких экспертных справочных систем создано. Большинство

современных систем слишком узки, чтобы предложить эффективную справку. В идеале можно ожидать гораздо большего, лучшего взаимодействия, более удобных систем, содержащих значительно более глубокие уровни справочных знаний и возможности взаимодействия с электронной информацией. Еще одна трудность, с которой можно было бы столкнуться экспертной системе – это проблема навигации. Пользователь может заблудиться в лесу меню. Чем шире база знаний, серьезнее проблема терминов, которые имеют различные значения в различных дисциплинах, и, следовательно, тем труднее спроектировать удовлетворительный интерфейс. Можно также изучить использование гипертекста. Возможно, гипертекстовая технология вместе с экспертной технологией системы смогла быть использована для того, чтобы соединить источники информации в базу данных.

Приведем пример СППР для компании, занимающиеся торговлей, используют системы поддержки принятия решений для решения следующих задач:

- планирование объемов закупок и хранения;
- анализ совместных покупок;
- поиск шаблонов (образцов) поведения во времени;

Анализируя данные о количествах покупок и наличии на складе определенного товара в течение некоторого промежутка времени, даёт торговым компаниям возможность планировать объем закупок товара с учетом колебаний спроса на данный товар под действием ценовых и неценовых факторов. Зачастую, приобретая один товар, покупатель приобретает и другого рода товар, дополняющий первый т.е. комплементарный товар. Выявление групп таких товаров позволяет, скажем, помещать такие товары недалеко друг от друга для того, чтобы увеличить вероятность покупки двух этих товаров. Поиск шаблонов поведения во времени помогает понять, купит ли покупатель через какое-то время другой товар, которые является дополнением к тому товару, которые он приобрёл на данный момент. Например, если покупатель приобрёл принтер, то вероятнее всего вскоре ему понадобится купить бумагу или краски для этого принтера. Тогда торговая компания предоставляет услуги для дальнейшего обслуживания этого клиента.

### Определение правила выбора по Парето.

Будем считать, что объект  $l_i$  строго предпочтительнее объекта  $l_k$ , если оценка объекта  $l_i$  превосходит оценку объекта  $l_k$  хотя бы по одному показателю, а по всем остальным показателям не хуже неё. Пусть объекты  $l_i$  и  $l_k$  эквивалентны, если соответствующие показатели этих оценок равны. Также допустим, что объекты  $l_i$  и  $l_k$  несравнимы между собой, если оценка  $l_i$  превосходит оценку  $l_k$  по одним показателям, а оценка  $l_k$  превосходит оценку  $l_i$  по другим. То есть, например, оценки  $l_1 = \{10, 7\}$ ,  $l_2 = \{12, 5\}$  несравнимы между собой. Поэтому мы не сможем сравнить эти оценки, не располагая дополнительной информацией, независимо от того факта, считается ли «лучшим» меньший или больший показатель.

Отсутствие обязательной необходимости упорядочивания оценок предоставляет возможность объединить определённые несравнимые и эквивалентные по оценкам объекты в единую группу и присвоить номер данной группе, который в свою очередь будет определять её ранг. Установим, что, чем меньше номер группы, тем выше ранг этой группы объектов. Далее сначала выберем такие объекты, для каждого из которых не имеется оценок, которые бы были строго предпочтительнее их. Эти оценки именуются оптимальными по Парето. Им присвоим ранг 1. После этого для оставшейся группы объектов определим оптимальные оценки и им присвоим ранг 2. Нужно отметить, что в данном случае это вся информация, которую должны знать ЛПР или эксперт. Далее в систему вводятся характеристики объектов, которые необходимо сравнить, после чего СППР представляет итоги ранжирования.

Далее рассмотрим метод кусочно-линейной аппроксимации. Он может быть применим, когда ЛПР чётко определяет для себя, "что за что он готов поменять". Нужно заметить, что по сравнению с предыдущим методом этот требует от ЛПР довольно большого количества информации, и позволяет производить линейное, а не групповое упорядочивание. Несмотря на это метод кусочно-линейной аппроксимации будет полезен, например, при решении задач численными методами или при управлении очередями задач операционной системой ЭВМ, если значение коэффициентов при неизвестных определяет ЛПР или эксперт, а также при необходимости принятия срочного решения в чрезвычайных ситуациях.

Пусть множество объектов  $A$  можно разбить на какие-то подмножества:  $A = \cup B_j$  которые можно рассортировать  $B_j = \cup B_{ji}$ . Пусть, далее, в каждом классе  $B_j$  выделяется некоторый представитель  $b_{Bj}(-B_j(-A$  причём множество  $B^0$ , состоящее из всех представителей также сортируемо и выбор лица, принимающего решение, на любом наборе представителей соответствует охватывающей этот набор сортировке. Нет сомнений, что в представленном случае глобальная сортировка остаётся единственной применительно ко всем системам частных сортировок. Данный метод реализует решение поставленной задачи лицом, которое принимает решение о состояниях объектов по набору качественных и (или) количественных показателей. Покажем вначале алгоритм определения структуры предпочтения ЛПР через построение поверхностей безразличия. Введём понятие кривой безразличия. Гиперповерхность уровня функции  $U(x_1, \dots, x_m)$  определяется как множество точек  $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ , для которых функция полезности  $U(x) = \text{const}$ . Гиперповерхности уровня функции полезности называются кривыми безразличия. Термин "кривая безразличия" связан с тем, что полезность альтернатив  $x$  и  $y$ , лежащих на одной кривой, одинакова  $U(x) = U(y)$ . Норма замены между  $i$ -м и  $j$ -м критериями равна числу единиц по  $i$ -ому критерию, потеря которых может быть компенсирована одной единицей по  $j$ -ому критерию. Проиллюстрируем представленный метод примером, показывающим понятия локальной цены.

Так, встречаются 2 человека, и каждый из них намерен обменять определённую часть своих продуктов на часть продуктов другого. Один из них готов обменять 0,5 кг своего хлеба на какое-то количество сахара. Если второй человек очень голоден, то за 0,5 кг хлеба будет готов предоставить 0,5 своего сахара. При этих условиях локальная цена хлеба в единицах сахара будет равна 1. Но если второй человек будет не голоден, то за 0,5 кг хлеба предоставит 0,1 кг сахара. Здесь локальная цена хлеба в единицах сахара будет равна 1/5. Из данного простого примера можно сделать вывод, как, в зависимости от условий оценки нормы, может происходить её изменение. Следовательно, если в оперативную систему ввести механизм многокритериальной сортировки, операционная система будет работать в оптимальном (по заданным критериям) режиме, повышая эффективность выполнения процессов на имеющейся аппаратуре и обеспечивая реконфигурацию программ.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отличительной чертой экспертной системы является её превосходство над субъектом, который её использует. Ведь по объёму информации, касающейся данной проблемы, система превосходит знания о той же области субъекта. Существует множество методов, которые используются при проектировании системы, использования которых зависит от области применения данной системы и от пожеланий заказчиков. Работа систем поддержки принятия решений основывается немного на других принципах. Система анализирует работу субъекта в программе, и на основе его предпочтений, помогает сделать выбор. Работа системы очень субъективна, ведь она анализирует желания работника, и с каждым последующим решением задачи система выводит данные, которые с большей степенью отражают желания субъекта. Как и экспертные системы, системы поддержки принятия решений могут основывать свою работу, опираясь на какой-либо из многочисленных методов. Таким образом, экспертные системы и системы принятия решений помогают человеку найти выход в сложной ситуации, чем автоматизируют его деятельность, сокращают транзакционные издержки. Популяризация таких систем в будущем поможет упростить работу персонала предприятия, а также повысить эффективность работы самой организации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Бабенышева А.Н. Использование систем поддержки принятия решений при компьютерном моделировании экономического развития региона // Молодой ученый. 2016. №13. С. 299-303.
- [2] Звягин Л.С. Стратегический анализ и моделирование инвестиционной деятельности предприятий// В книге: Стратегическое планирование и развитие предприятий Материалы Семнадцатого всероссийского симпозиума. Под ред. Г.Б. Клейнера. 2016. С. 41-44.
- [3] Звягин Л.С. Системный анализ и моделирование управления инвестициями в условиях экономической турбулентности. М.: Финансовый университет, 2016. 382 с.
- [4] Кравченко, Т.К. Экспертная система принятия решений/ Т.К. Кравченко, Г.И. Перминов. М.: ГУ-ВШЭ, 1999. 241 с.
- [5] Элти Д. Экспертные системы: концепции и примеры/ Д.Элти, М. Кумбс. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.