**Лабораторная работа № 1**

**Методы принятия решений: смещенного идеала  
 и перестановок**

**Цель работы:** изучение основных алгоритмов методов смещенного идеала и метода перестановок.

**Постановка задачи**

Провести ранжирование альтернатив в выбранной предметной области, методами смещенного идеала и методом перестановок. Альтернативы должны удовлетворять свойствам множества Эджворта-Парето. Матрица принятия решений 4х4. При определении важности критериев учитывать степень изменчивости их оценок. Сравнить полученные результаты.

**Содержание отчета**

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Постановка задачи в соответствии предметной области.
3. Полученные результаты. Выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Анализ парадигм исследования операций и принятия решений (ПР).
2. Классификация типов проблем.
3. Что такое проблема, цель, тип задачи?
4. Альтернатива. Методы формирования множества альтернатив.
5. Критерии и ограничения. Принципы формирования множества критериев.
6. Основные типы шкал. Их характеристики. Аксиомы.
7. Методы оценки альтернатив.
8. Основные особенности выявления системы предпочтения личности, принимающей решения.
9. Концептуальная модель системы поддержки принятия решения.
10. Научно обоснованные методы принятия решений. Методы и требования, предъявляемые к ним.
11. Решающее правило. Множество Эджворта-Парето.
12. Общая схема решения многокритериальных задач ПР.

**Теоретические сведения**

**Сравнительный анализ парадигм**

Под исследованием операции (ИО) обычно понимают «применение математических, количественных методов для обоснования решений во всех областях целенаправленной человеческой деятельности». Основными средствами решения любой задачи в ИО являются − построение количественной модели, выбор критерия, формализация ограничений и нахождение оптимального решения. В многочисленных книгах и статьях по исследованию операций имеются превосходные примеры его практического применения. При широком применении методов исследования операций специалисты все чаще стали сталкиваться с проблемами, в которых появились качественно иные особенности. Приведем примеры таких проблем.

**Задача о назначениях.** Эта задача может быть сформулирована следующим образом: задано n работ, каждую из которых может выполнить любой из n исполнителей. Стоимость выполнения работы i исполнителем j равна . Нужно распределить исполнителей по работам таким образом, чтобы минимизировать общие затраты. Это задача ИО. Имеются алгоритмы её решения.

Ограничения =1; .

Рассмотрим часто встречающийся случай, когда работы неодинаковы по своей важности, а исполнители отличаются по качеству выполняемой работы. Тогда к приведенному выше критерию минимальной стоимость можно добавить критерий качественного выполнения наиболее важных работ. Если есть уже два критерия, по которым следует оценивать качество распределения исполнителей по работам, то необходимо как-то согласовывать их. Какое отклонение от минимума стоимости оправдывает высококачественное выполнение важных работ? Ответ на этот вопрос не вытекает из сформулированной модели. Этот ответ вообще не может быть получен объективным образом. Информация о компромиссе может быть дана людьми, принимающими решения (ЛПР), на основе их опыта и интуиции.

**Задача выбора** является одной из центральных в экономике. Дваосновных действующих лица в экономике − покупатель и производитель постоянно вовлечены в процесс выбора. Потребитель решает, что покупать и за какую цену. Производитель решает, во что вкладывать капитал, какие товары следует производить.

**Задача “Стоимость-эффективность”.** Модель состоит из двух частей – модели стоимости и модели эффективности. Эти модели используются, например, для выбора военной системы с определенным числом ракет. Модель стоимость представляет зависимость общей стоимости от количества ракет, а модель эффективности – зависимость вероятности поражения целей от количества ракет (рис.1.1).

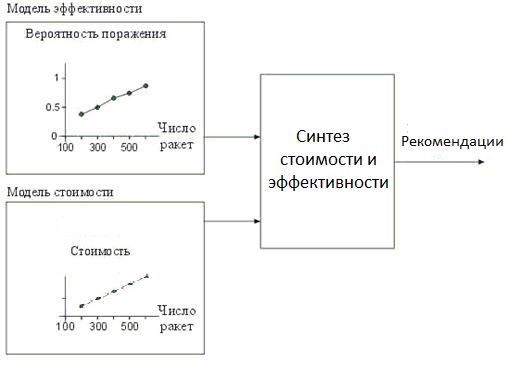
**

Рис. 1.1

Обе модели в данном случае можно рассматривать как объективные: они строятся на фактических данных, надежного статистического материала. Однако, выходные параметры этих моделей не объединяются посредством заданной зависимости. Выбор компромисса между значениями двух критериев осуществляет ЛПР.

**Парадигма –** признанное всеми научное достижение, которое в течении определенного времени дает научному сообществу модель постановки проблемы и их решения*.*

*Таблица* 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| Особенности парадигмы исследования операций | Особенности парадигмы принятия решений |
| Объективный характер используемых моделей, т.е. опираясь на одни и те же данные, различные специалисты-аналитики должны получать одинаковые результаты. Построение моделей рассматривается как средство отражения существующей реальности. С этой точки зрения подход к построению моделей ничем не отличается от подхода в физике. | Модель зависит от личности ЛПР (т.е. модель имеет субъективный характер, зависит от системы ценностей ЛПР). Эта субъективность является единственной возможной основой объединения основных параметров проблемы в единую модель, позволяющую оценивать варианты решений. |
| Задачи исследования операций решаются по заказу руководителей. Получив такой заказ, аналитик исследует проблему и пытается найти адекватную модель. В этой работе сам руководитель чаще всего не нужен. Когда решение найдено, роль руководителя − внедрить его. Руководитель дает заказ и получает готовое решение. | Аналитик помогает принять решение руководителю (ЛПР). Эта помощь заключается в том, что он изучает объективные параметры модели, в пределах которых может быть принять решение (это он проделывал и раньше), а также проводит исследования по выявлению предпочтений ЛПР, изучению его системы ценностей. |
| Существует объективный критерий успехов операций. Метод показывает насколько новое решение лучше существующего. С ним нельзя спорит, его нельзя оспаривать. | Выбирается лучший вариант, исходя из системы предпочтений конкретного ЛПР. Признание ответственности ЛПР за принятые решения позволяет резко усилить их мотивацию к тщательному анализу вариантов. Не всегда “субъективное” плохо, а “объективное” достижимо. В человеческих решениях чаще всего “Объективное” невозможно, а качество “субъективного” зависит не только от личности ЛПР, но и от процедуры выработки решения. |

Таким образом, необходимость принятия решений при многих критериях заставляет исследователей искать способы соизмерения этих критериев, отказаться от попыток решать проблемы в рамках объективных моделей. Так как для руководителя небезразличен выбор соотношений между критериями, то именно его предпочтения, его политика стали провозглашаться как основа выбора. Но этим самым был сделан принципиально важный с методологической точки зрения шаг, коренным образом противоречащий методологии исследования операций, отказ от поиска объективного, единственно возможного пути решения проблемы. Этот шаг является признаком появления новой парадигмы характерной для другого научного направления – принятия решения при многих критериях.

**Классификация типов проблем**

Существуют большие различия в природе изучаемых проблем принятия решения. Эти различия одним из первых заметил Г.Саймон, который предложил удачную классификацию проблем. Согласно этой классификации, проблемы подразделяются на три класса, т.е. в тех случаях, когда существуют адекватные математические модели устройств или процессов и есть опытные данные.

1. *Хорошо* *структурированные* или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах или символах, получающих в конце концов численные оценки.
2. *Неструктурированные* или качественно выраженные проблемы, в которых известен только перечень основных параметров, но количественные связи между ними установить нельзя (нет необходимой информации). Иногда ясно лишь, что изменение параметра в определенных пределах сказывается на решении. В таких случаях структура, понимаемая как совокупность связей между параметром и ролью не определена, и проблема называется *неструктурированной*.
3. *Слабо* *структурированные* или смешанные проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминировать.

Согласно этой классификации типичные проблемы ИО можно назвать хорошо структурированными, т.е. существуют реальности допускающие строгое количественно описание и определяющие существование единственного очевидного критерия качества. Изучение реальной ситуации может требовать большого труда и времени. Необходимая информация может быть дорогостоящей.

Метод «стоимость – эффективность» представляет собой первые попытки сравнения вариантов решений для слабо структурированных проблем.

Типичные неструктурированные проблемы: проблема выбора профессии, конкурсного отбора проектов, выработки политики отбора статей в журналах, тендер.

Слабоструктурированные и неструктурированные проблемы исследуются в рамках научного направления, называемого принятием решений при многих критериях.

**Основные элементы многокритериальной задачи принятия решений**

Многокритериальная модель задачи принятия решений (ПР) может быть формально представлена в виде кортежа:

<T, S, K, X, F, P, R>,

где

T – анализ проблемной ситуации и выявление целей и определение типа задачи,

S – множество альтернатив,

K – множество критериев,

X – множество шкал,

F – отображение множества альтернатив на множестве векторных оценок,

P – система предпочтений ЛПР,

R – решающее правило.

**Выявление целей и определение типа задачи**

Как слабо *структурированные*, так и *неструктурированные* проблемы должны быть приведены к виду, когда они становятся задачами выбора допустимых альтернатив для достижения заданных целей. Поэтому прежде всего необходимо определить цели.

**Цель** – заранее мыслимый результат сознательной деятельности человека или группы людей.

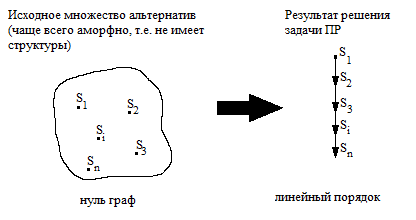
*«Тому, кто не знает куда плыть, любой ветер – попутный»*

*Сенека.*

Рациональными или лучшим выбором является выбор, который лучше всего удовлетворяет целям.

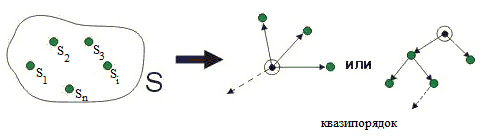
**Основные типы задач:**

1. Линейное упорядочивание альтернатив.



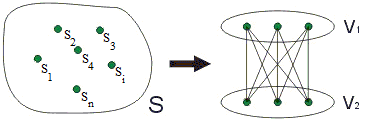
Эта дуга имеет место, если альтернатива (например ) доминирует над другой альтернативой (например , т.е. >).

1. Выделение лучшей альтернативы.



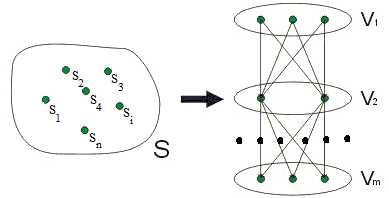
Здесь ** − лучшая альтернатива.

1. Выделение неупорядоченного подмножества лучших альтернатив «задача о рюкзаке»).



Здесь - подмножество лучших альтернатив.

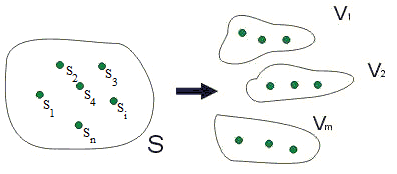
1. Групповое упорядочивание альтернатив (стратификация).



В сложных структурах множество S разбито на непересекающиеся слои:

, i=; S=; ∀(ij) = .

1. Неупорядоченное разбиение альтернатив (классификация).



Здесь – классы (подмножества) альтернатив.

Методы структуризации − это по существу и есть сердцевина поддержки принятия решений. Задачи принятия решений существенно отличаются в зависимости от требований, которые предъявляются к результатам решения. Существуют задачи, в которых требуется определить линейный порядок на множестве альтернатив. Так члены семьи упорядочивают по степени необходимости будущие покупки, руководители упорядочивают объекты капиталов вложений. Выпускники вузов упорядочиваются по общим успехам за время обучения и т.д. Часто для решения задачи не нужно иметь совершенный порядок (т.е. линейный порядок). Достаточно иметь квазипорядок, где не все альтернативы сравнимы. При этом часть альтернатив имеет развитый ранг, т.е. их положение в последовательности определенно некоторым интервалом (например, альтернатива хуже 10 и лучше 15 и, следовательно, имеет какой-то ранг в интервале от 11 до 14). Построение квазипорядка требует существенно меньшей информации от ЛПР и в то же время сам квазипорядок может быть удовлетворительным решением для рода практических дуг.

При покупке квартиры или дома, при обмене квартиры люди обычно делят альтернативы на две группы:

* заслуживающие более подробного, требующего затрат и средств изучения,
* не заслуживающие.

Врач, обследующий больных, может выделять группы в соответствии с подразделениями на разные заболевания. Товаровед может группировать товары по качеству. Абитуриент может различать группы вузов по их престижности. Вообще говоря, объединение объектов в группы – очень характерные заметки для людей. Это обосновывается тем, что классификация и стратификация является более удовлетворительным решением для многих практических задач, особенно в том случае, когда число объектов велико. Так, например, не имеет никакого смысла добиваться строгого ранжирования нескольких сотен объектов. В тоже время разбиение на ряд групп может дать ближе удовлетворительный ответ на вопрос об их качестве.

**Формирование множества альтернатив**

Множество S представляет собой совокупность альтернатив, удовлетворяющих в каждой задаче определенным ограничениям и рассматриваемых как возможные способы достижения поставленной цели. Если имеется только одна альтернатива, то проблемы принятия решений не возникает. Считают, что отсутствие многоальтернативности следует расценивать как недостаточную проработку решаемой проблемы.

Универсальных методов формирования множества альтернатив не существует. Допустимые решения формируются на основе информации о реальной ситуации и имеющихся в задаче ограничений. Применяются так называемые качественные методы, т.е. методы направленные на активизацию использования интуиции и опыта ЛПР и экспертов.

Например, множество альтернатив может быть сформировано на основе комбинаторно-морфологического анализа. Его суть заключается в том, что исходная проблема разбивается на ряд независимых подпроблем (уровней). Затем для каждого уровня определяются возможные способы решения подпроблемы (элемент уровня). Вариантом решения является набор элементов, в которых входит один элемент с каждого уровня.

Например, если это объект проектирования, то он разбивается на функциональные блоки А, Б, В. Затем составляется морфологическая таблица (табл. 1.2.), каждая стока которой содержит возможные варианты одного из блоков объектов проектирования.

*Таблица* 1.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Блоки объекта | Варианты блоков | Число способов |
| А  Б  В |  | 4  2  3 |

Варианты объекта образуют различные допустимые комбинации вариантов отдельных блоков (1-ая альтернатива − ; 2-ая альтернатива − и т.д.).

Кроме того, при формировании множества альтернатив может использоваться метод «коллективной генерации идей» (или метод «мозговой атаки»). Содержание метода заключается в следующем. Собирается группа лиц (главный принцип отбора - разнообразие профессий, квалификаций, опыта). Приветствуются любые идеи, возникающие как непроизвольно, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников, даже если они кажутся сомнительными или абсурдными. Категорически запрещается любая критика - важнейшее условие «мозгового штурма» (компетентную критику легче получить, чем компетентное творчество).

**Формирование множества критериев**

Каждая альтернатива приводит к определенному исходу, последствия которого оцениваются по критериям . Критериями будем называть такие показатели, которые:

1. Признаются ЛПР в качестве характеристик степени достижения подцелей поставленной цели.
2. Являются общими и измеримыми для всех альтернатив.
3. Характеризуют общую ценность решения таким образом, что у ЛПР имеется стремление получить по ним наиболее предпочтительные оценки (т.е. они не могут быть представлены в виде ограничений).

При формировании множества критериев руководствуются двумя принципами:

* принципом полноты,
* принципом простоты.

Считается, что набор критериев является полным, если использование любых дополнительных критериев не изменяет результатов решения задачи, а отбрасывание хотя бы одного из выбранных критериев, наоборот, приводит к изменению результатов.

Принцип простоты выражается в требованиях не избыточности (различные критерии из множества не должны учитывать один и тот же аспект последствий) и минимальности (множество должно содержать как можно меньше критериев).   
 Множество критериев системы координат является аппроксимацией рассматриваемой проблемы с точки зрения ЛПР, и формирование его является более искусством, чем наукой.

Критерии должны быть независимы, т.е. оценка альтернатив по одному из них не должна однозначно, либо с большой вероятностью, определять оценку по другому критерию. При большом количестве критериев их обычно объединяют в другие, т.е. выявление структуры критериев на множестве критериев.

**Формирование множества шкал**

Сравнение альтернатив удается провести лишь в том случае, если интенсивности свойств, определяемых выбранными критериями, могут быть измерены у всех альтернатив. Таким образом, возникает необходимость в разработке оценочных шкал критериев. Типы шкал и их основные характеристики приведены в табл. 1.3.

*Таблица* 1.3

|  |  |
| --- | --- |
| Аксиомы | Примечания. Примеры. |
| 1 | 2 |
| **Номинальная (классификационная)** | |
| (a, b, c – значение шкалы)  Аксиома *тождества* эквивалентности:   * либо , либо ; * если ; * если и , то .   Измерение состоит в том, чтобы проводимый эксперимент над объектом, определил принадлежность результата к тому или иному классу. | Суть измерения альтернатив в номинальной шкале – это разбиение их на классы эквивалентности по тому или иному признаку.  Отличительная черта: отсутствие математических свойств. Это крайний случай шкалы, и она слабо используется для критериев.  Только операция соблюдения или несовпадения  . |
|  | Примеры: семейное положение (одинокий. Женат, разведен, вдовец); политическая принадлежность, группа крови и т.д. |
| **Порядковая (ранговая)** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, удовлетворяет следующим аксиомам *упорядоченности*: | Отношение порядка не определяет расстояние между значениями шкалы. |
|  | *Окончание табл.*1.3 |
| 1 | 2 |
| * либо a b, либо ba; * если ab и bc, то ac. | Примеры: служебное положение, образование, воинское звание; шкалы силы ветра, твердости, землетрясения и т.п. |
| **Интервальная** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, можно ввести между любыми двумя значениями метрическое расстояние, т.е. какую-либо функцию, удовлетворяю-щую аксиомам:   * ; * если a=b;   Эти шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и единицы длины, а связь между показаниями в таких шкалах является линейной:  y=ax+b, a>0, . | Если два интервала в одной шкале и , а при другом выборе начала отсчета и единицы длины числами и , то имеет место  Примеры: температура (по Цельсию либо по Фаренгейту); время (у христиан от рождества Христова, у мусульман – Магомета) и т.п. |
| **Отношений** | |
| Если, кроме вышеуказанных аксиом, выполняются аксиомы аддитивности:  A+b=b+a; (a+b)+c=a+(b+c).  Если a=p и b>0, то a+b>p,  Если a=p и b=g, то a+b=p+g; | Отношение двух значений шкалы не зависит от того, в какой из таких шкал произведены измерения  , т.е. y=ax  Примеры: длина, вес, электрическое сопротивление, деньги. |

**Отображение множества альтернатив на множество векторных оценок**

Оценка альтернатив по шкалам критериев может быть проведена либо посредством физических измерений, либо экспериментальным путём. Под физическими измерениями понимаются не только собственно измерения технических или физических параметров, но и определение материальных, технико-экономических и т. п. показателей, которые могут быть вычислены существующими расчётными методами. Экспертные методы применяются в тех случаях, когда оценка альтернатив не может быть проведена на основе физических измерений. Множество  , может содержать шкалы разных типов. Декартово произведение образует полное пространство векторных оценок. Каждая альтернатива оценивается по шкалам  , т. е. каждой альтернативе  ставится в соответствие m – мерная векторная оценка  , где – векторное значение j критерия по шкале . Таким образом, множеству S ставится в соответствие множество векторных оценок   с помощью отображения .

**Основные особенности выявления системы предпочтения ЛПР Психологический аспект в принятии решения**

В теории принятия решений предполагается, что каждое лицо, принимающее решение, имеет некоторую систему предпочтений, из которой оно исходит при рациональных действиях. Предпочтения ЛПР структурируются, выявляются и формализуются, как правило, в ходе специальных исследований. Эти исследования опираются на результаты когнитивной психологии – бихевиоризм (науки, изучающей особенности человеческой системы переработки информации).

Эксперименты показывают, что в задачах принятия решений существует как бы граница возможностей человека, определяемая через число критериев, количество оценок на порядковых шкалах критериев. В пределах определенных значений этих параметров большинство испытуемых успешно (с малым числом ошибок) справляются с задачей. При превышении этих пределов никто из испытуемых уже не справляется. Возникает вопрос, почему? Необходимо обратиться к структуре человеческой памяти (Рис. 1.2).

В настоящее время наиболее распространена трехкомпонентная модель памяти.

****

Рис. 1.2

В соответствии с моделью различают три вида памяти:

* сенсорную;
* кратковременную;
* долговременную.

Сигналы из внешнего мира поступают в сенсорные регистры, где хранятся около 1/3 сек. Далее, в кратковременную память, где хранятся до 30 сек (а при повторении − существенно больше). Затем информация или стирается, или поступает в долговременную память. Последнюю можно представить, как неограниченное по объему хранилище, в котором информация может храниться неограниченно долго.

Основное внимание уделяется кратковременной памяти, в которой, по мнению большинства психологов, осуществляются процессы принятия решения. Человек контролирует операции над информацией в кратковременной памяти. Важнейшей характеристикой кратковременной памяти является ее объем, определяемый количеством одновременно сохраняемых в ней элементов. Предельный объем - 7± 2 структурных единиц информации.

**Структурная единица** – представляет собой блок информации, которыми мы способны сразу и целиком распознать, закодировать и запомнить. Его величина и содержимое зависит от конкретного индивидуума. Структурная единица может быть буквой (запоминаемой машинисткой при печати), бессмысленным слогом или сложным целостным образом. Человек образует структурные единицы информации из данных рассматриваемой задачи. Но после того, как эти единицы заданы, их количество ограничено предельным объемом кратковременной памяти. 

Человек использует две возможности, чтобы обойти кратковременную память:

* стремиться сделать структурные единицы наиболее емкими;
* упрощение, то есть отбрасывание информации и приближение информации к возможностям кратковременной памяти.

Исследования поведения людей при решении многокритериальных задач принятия решений позволяют составить представление о их возможностях при выполнении тех или иных операций. Наиболее распространенные операции можно разделить на три группы:

* по ранжированию критериев;
* по сравнению значений критериев;
* с многокритериальными альтернативами.

Операции можно разделить на сложные (С), при которых человек (ЛПР, эксперт) может допускать противоречия или использовать упрощенные стратегии, и допустимые (Д), выполняемые человеком с малым числом противоречий. Оценки степени сложности, указанных трех групп элементарных операций приведены в табл. 1.4

*Таблица* 1.4

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование операций | Оценки сложности |
| I. Ранжирование критериев: 1. Назначение весов критериев  2. Упорядочение критериев по важности | С  Д |
| II Сравнение критериев альтернатив:  3. Сравнение двух альтернатив по одному критерию  4. Определение изменения одного критерия, эквивалентного изменению другого | Д   С |
| III. Оценка альтернатив по многим критериям:  5. Назначение вида зависимости полезности объекта от оценок по многим критериям  6. Сравнение двух альтернатив по многим критериям и выбор наилучшей  7. Сравнение целостных образов двух альтернатив | С   С   Д |

При выявлении системы предпочтения может наблюдаться противоречивость в высказываниях ЛПР. Как обнаружить противоречивость? Один из важных способов − это проверка на транзитивность (основное правило логического вывода). Оно формулируется следующим образом Пусть А, В, С − сравниваемые альтернативы. Тогда:

* если AB и BC, то AC,
* если и , то ,
* если AB и , то AC.

**Построение решающих правил**

Решающее правило представляет собой принцип сравнения векторных оценок и вынесение суждений о предпочтительности одних по отношению к другим. Оно может быть задано в виде аналитического выражения, алгоритма или словесной формулировки. Упорядочение множества А с помощью некоторого решающего правила и использование свойств отображения F позволяет осуществить переход к упорядочиванию непосредственно альтернатив на множестве S.

Решающие правила, используемые в многокритериальных задачах, можно разделить на:

* эвристические;
* аксиоматические.

При эвристическом подходе решающее правило представляет собой способ свертывания критериев. При этом возникает необходимость в определении некоторых параметров свертки, которые несут информацию о важности критерия (т.е. о компромиссе между критериями).

Аксиоматический подход основан на использовании теории полезности, авторами которой являются Д.Нейман и Д. Моргенштерн. Его отличают строгость, высокая точность в смысле малой вероятности ошибок. Но этот подход предполагает хорошее знание ЛПР решаемой задачи. ЛПР должен обладать четкой структурой предпочтений. Это более трудоемкая группа методов.

**Общая схема решения многокритериальных задач**

Она состоит из формализованных и неформализованных решений. В процессе построения и исследования систем участвуют:

* аналитик, осуществляет организацию процесса ПР. Его участие необходимо на всех этапах;
* эксперт, необходим на некоторых этапах по усмотрению ЛПР.

Без привлечения ЛПР могут быть выполнены два этапа построения математической модели и упорядочивание на его основе альтернатив (этап 7,8).

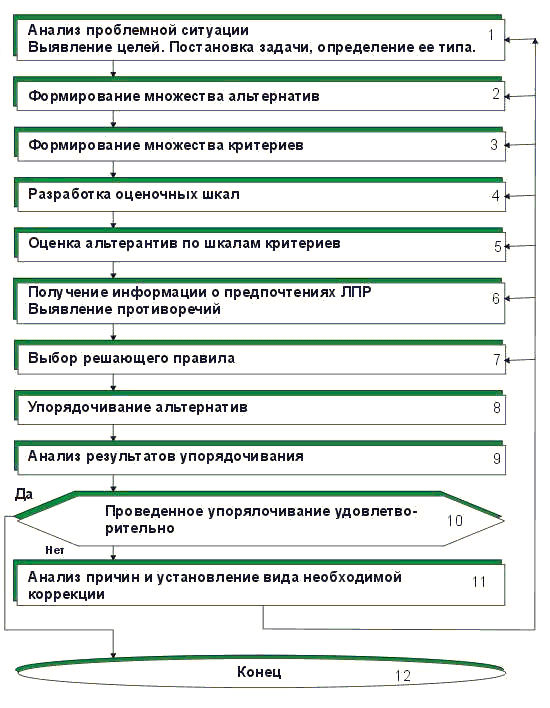


Рис. 1.3

**Системы поддержки принятия решений**

**Требования и ограничения**

В итоге 1970-х годов появился новый класс систем – системы поддержки принятие решений (СППР). Круг практического применения СППР стремительно расширяется. Это обусловлено следующими причинами:

* пройден определённый этап в использовании вычислительных машин в задачах организационного управления; стали явнее причины провалов и неудач АСУ, которые использовались для обеспечения потребности руководителей;
* накопились свидетельства о малом использовании классических моделей исследования операций в задачах принятия решений; пришло осознание того, что следует создать программные системы, ориентированные не на автоматизацию функций ЛПР, а на предоставление ему помощи в поисках хорошего решения;
* появились результаты психологического исследования ЛПР принятия решений, но выяснилось, что человеческая система переработки информации ограничена, ему надо помогать специальным образом, организуя процесс принятия решений.

СППР является интерактивной системой, которая позволяет ЛПР использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем. Концептуальная схема СППР приведена на рис. 1.4.

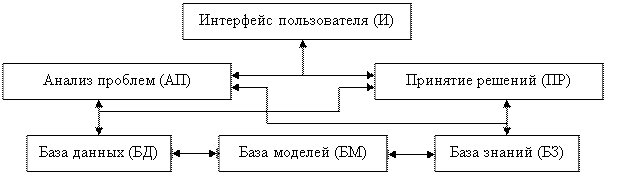
****

Рис. 1.4

*Блок АП:* структуризация проблемы, проведение настройки СППР на предметной области пользователя (сформулировав множество критериев, альтернатив, множество шкал).

*Блок ПР:* на входе поступает структурированная проблема, с другой стороны определяется тип задачи ПР, а также выбор решающего правила.

*Блоки БД, БМ, БЗ* осуществляют поддержку блоков АП и ПР.

**Требования:** корректные и научно-обоснованные методы должны удовлетворять:

1. В методе должны использоваться только такие способы получения информации от ЛПР и экспертов, которые соответствуют возможностям человеческой системы переработки информации.
2. В методах ПР должны быть предусмотрены средства проверки информации на непротиворечивость. Мы будем использовать алгоритм с использование основного правила логического вывода. A, B, C – альтернативы.
3. Любые соответствия между вариантами решений должны объясняться на основе информации, полученной только от ЛПР.
4. Любые допущения относительно решающего правила должны быть математически обоснованы.

**Ограничения.** Следует подчеркнуть слово «поддержка». СППР только помогает принять решение, но они никогда не смогут заменить творчески мыслящего руководителя.

**Множество Эджворта-Парето**

**Определение.** Альтернатива A доминирует над альтернативой B если:

*.*

**Определение.** Множество недоминируемых альтернатив является множеством Эджворта-Парето.

Выделение множеств Эджворта-Парето является первым этапом решения задачи выбора.

**Метод смещенного идеала**

Эта целая группа методов, которые отличает следующие особенности:

* формирование идеального объекта, который в общем случае не принадлежит множеству альтернатив.
* наличие процедуры отсеивания, т.е. исключения из исходного множества альтернатив худших.

**Полезность** – воображаемая мера психологической и потребительской ценности различных благ.

**Дано:**

,

,

– оценка i-той альтернативы по j-му критерию.

, где – матрица принятия решений (МПР).

1. Формирование идеального и неидеального объекта

,

.

Для мажорируемых критериев:

= max ,

где − подмножество мажорируемых критериев, то есть полезность объекта возрастает при возрастании оценки критериев.

Для минорируемых критеривв:

= min ,

где – подмножество минорируемых критериев, то есть полезность объекта возрастает при убывании оценки критериев

|| = m.

1. Переход к относительным единицам

0≤≤1.

1. Выявление системы предпочтения ЛПР

.

Чем больше, тем важнее критерий

1. Определение расстояния, текущего i объекта до неидеального объекта с использованием меры Минковского

,

где p = 1, 2, 3, 4, 5.

Для того, чтобы оба сомножителя и были одинаково направлены, т.е. увеличивались и соответственно вычисленному учету при оценки объекта.

1. Упорядочивание альтернатив при различных заданиях параметра. Обычно Р = .

Например: S={}

P=1

P=2

P=3

P=4

P=5

1. Процедура отсеивания, суть которой заключается в исключении из множества S альтернативы, которая наиболее часто находится на последнем месте (в рассмотренном примере это ).
2. Алгоритм повторяется начиная с первого шага, до тех пор, пока множество S не станет пустым.

**Преимущества**:

* метод работает при большом количестве объектов и критериев, т.е. полиномиальная сложность.

**Недостатки:**

* сложная операция для ЛПР оценки возможности критериев числовыми значениями;
* шкалы критериев должны быть количественными;
* результат получен в ранговой шкале.

**Определение изменчивости оценок критериев**

**с применением энтропии**

1. Сформируем матрицу принятия решений

– оценка по j-ому критерию для i-ой альтернативы.

1. Проведем нормировку

P =>

= {

,

где i = , j = ,

0≤≤1

1. Определим уровень энтропии для каждого критерия

= -k , где j= , k=

1. Уровень изменчивости

=1- , j=

1. Определим

, j=

1. Если имеется экспертная оценка, то комплексная важность критерия определяется

, j=

**Упорядочение альтернатив методом перестановок**

При применении этого метода проверяются все перестановки альтернатив по предпочтительности и сравниваются между собой.

1. Составление исходной матрицы принятия решения

P={, i= , j=

1. Назначение весовых коэффициентов для критериев

=1, j=

1. Построение вариантов всевозможных перестановок

πg = ∀g, g=

>, если k>e

1. Построение множества номеров критерия (для каждой пары альтернатив), значения которых согласуются с порядком альтернатив рассматриваемой перестановки
2. Построение множества номеров критериев (для каждой пары альтернатив), значения которых не согласуются с порядком рассматриваемых перестановок
3. Определение оценки каждой перестановки альтернатив согласно выражению:

, g=

1. Упорядочиваем перестановки по убывания. Перестановка с максимальным является наилучшей.

**Преимущества:**

* могут быть использованы оценки критериев (в ранговых шкалах).

**Недостатки:**

* сложность алгоритма n!;
* сложность оценки системы предпочтения;
* результат получен в ранговой шкале.

**Пример выполнения лабораторной работы**

**Лабораторная работа № 1**

*Методы принятия решений: «смещённого идеала» и перестановок*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Выполнил:* | *ст. гр.* | *ФИО* |
| *Принял:* | *проф.* | *Синюк В.Г.* |

**Цель работы:** изучение основных алгоритмов метода «смещённого идеала» и перестановок.

**Постановка задачи:** провести ранжирование альтернатив выбранной предметной области методом «смещённого идеала» и методом перестановок. Предварительно сформировать множество Эджворта-Парето. Матрица принятия решений – 4x4. При определении важности критериев учитывать степень изменчивости их оценок. Сравнить полученные результаты.

**Содержание отчёта**

1. Назначение и цель лабораторной работы.

2. Постановка задачи в соответствующей предметной области.

3. Полученные результаты. Выводы.

**Пример выполнения**

**Предметная область –** пылесосы.

**Критерии –** мощность, ёмкость пылесборника – мажорируемые, вес, цена – минорируемые.

**Альтернативы:**

1. Bosch BSG 82425;
2. Electrolux Z 8810 UltraOne;
3. Samsung SC6530;
4. Zelmer Aquawelt 919.0 ST.

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер альтернативы** | **Мощность (Вт)** | **Емкость пылесборника (л)** | **Вес**  **(кг)** | **Цена (руб)** |
| 1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| 2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| 3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |
| 4 | 1650 | 2,5 | 5,5 | 10615 |

Альтернативы соответствуют множеству Эджворта-Парето.

**Важность критериев (экспертная оценка)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ненормированные** | 7 | 5 | 4 | 9 |
| **нормированные** | 0,28 | 0,2 | 0,16 | 0,36 |
|  |  |  |  |  |

1. **Метод смещённого идеала**

**Шаг №1.**

Матрица принятия решений (x):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |
| s4 | 1650 | 2,5 | 5,5 | 10615 |
|  |  |  |  |  |

1. Идеальный и неидеальный объекты:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S+ | 4200 | 6 | 5,2 | 3190 |
| S- | 1600 | 1,9 | 6,1 | 10615 |

1. Переход к относительным единицам (d):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S1 | 0 | 0 | 0,5 | 0,592592593 |
| S2 | 0,769231 | 1 | 1 | 0,583164983 |
| S3 | 1 | 0,97561 | 0 | 0 |
| S4 | 0,980769 | 0,853659 | 0,1666667 | 1 |

1. Определение комплексной важности:

А. Матрица принятия решений:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |
| s4 | 1650 | 2,5 | 5,5 | 10615 |

Б. Нормированная матрица принятия решений (p):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 0,435233 | 0,483871 | 0,256303 | 0,2624935 |
| s2 | 0,227979 | 0,153226 | 0,294118 | 0,2600726 |
| s3 | 0,165803 | 0,16129 | 0,218487 | 0,1103234 |
| s4 | 0,170984 | 0,201613 | 0,231092 | 0,3671105 |

В. Энтропия (Е):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Е1 | Е2 | Е3 | Е4 |
| 0,937071 | 0,905892 | 0,995261 | 0,9467151 |

Г. Инвертированная энтропия (l):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| l1 | l2 | l3 | l4 |
| 0,062929 | 0,094108 | 0,004739 | 0,0532849 |

Д. Комплексная важность ():

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,312509 | 0,333819 | 0,013448 | 0,3402228 |

1. Определение расстояния от неидеального объекта до i-го:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | p=1 | p=2 | p=3 | p=4 | p=5 |
| s1 | 0,791662 | 0,477865 | 0,412879 | 0,3865424 | 0,372555 |
| s2 | 0,213934 | 0,1591 | 0,147779 | 0,1441305 | 0,142768 |
| s3 | 0,361813 | 0,340586 | 0,340231 | 0,3402231 | 0,340223 |
| s4 | 0,066068 | 0,05048 | 0,049077 | 0,0488882 | 0,048858 |

1. Ранжирование альтернатив и отсеивание:

P1: S1>S3>S2>S4

P2: S1>S3>S2>S4

P3: S1>S3>S2>S4

P4: S1>S3>S2>S4

P5: S1>S3>S2>S4

Найдена наихудшая альтернатива – S4. Исключаем её.

**Шаг №2.**

Матрица принятия решений (x):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |

1. Идеальный и неидеальный объекты:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S+ | 4200 | 6 | 5,2 | 3190 |
| S- | 1600 | 1,9 | 7 | 7590 |

1. Переход к относительным единицам (d):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S1 | 0 | 0 | 0,5 | 1 |
| S2 | 0,769231 | 1 | 1 | 0,984090909 |
| S3 | 1 | 0,97561 | 0 | 0 |

1. Определение комплексной важности:

А. Матрица принятия решений:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |

Б. Нормированная матрица принятия решений (p):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 0,525 | 0,606061 | 0,333333 | 0,4147541 |
| s2 | 0,275 | 0,191919 | 0,382514 | 0,410929 |
| s3 | 0,2 | 0,20202 | 0,284153 | 0,1743169 |

В. Энтропия (Е):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Е1 | Е2 | Е3 | Е4 |
| 0,924071 | 0,858725 | 0,993371 | 0,9420764 |

Г. Инвертированная энтропия (l):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| l1 | l2 | l3 | l4 |
| 0,075929 | 0,141275 | 0,006629 | 0,0579236 |

Д. Комплексная важность ():

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,297643 | 0,395571 | 0,014849 | 0,2919364 |

1. Определение расстояния от неидеального объекта до i-го:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | p=1 | p=2 | p=3 | p=4 | p=5 |
| s1 | 0,700639 | 0,495099 | 0,445245 | 0,4240459 | 0,41304 |
| s2 | 0,073331 | 0,068844 | 0,068694 | 0,0686873 | 0,068687 |
| s3 | 0,316433 | 0,292473 | 0,291953 | 0,291937 | 0,291936 |

1. Ранжирование альтернатив и отсеивание:

P1: S1>S3>S2

P2: S1>S3>S2

P3: S1>S3>S2

P4: S1>S3>S2

P5: S1>S3>S2

Найдена наихудшая альтернатива – S2. Исключаем её.

**Шаг №3.**

Матрица принятия решений (x):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |

1. Идеальный и неидеальный объекты:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S+ | 4200 | 6 | 5,2 | 3190 |
| S- | 1600 | 2 | 6,1 | 7590 |

1. Переход к относительным единицам (d):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| S3 | 1 | 1 | 0 | 0 |

1. Определение комплексной важности:

А. Матрица принятия решений:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |

Б. Нормированная матрица принятия решений (p):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 0,724138 | 0,75 | 0,539823 | 0,7040816 |
| s3 | 0,275862 | 0,25 | 0,460177 | 0,2959184 |

В. Энтропия (Е):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Е1 | Е2 | Е3 | Е4 |
| 0,849751 | 0,811278 | 0,995419 | 0,8762442 |

Г. Инвертированная энтропия (l):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| l1 | l2 | l3 | l4 |
| 0,150249 | 0,188722 | 0,004581 | 0,1237558 |

Д. Комплексная важность ():

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,336291 | 0,301716 | 0,005859 | 0,3561345 |

1. Определение расстояния от неидеального объекта до i-го:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | p=1 | p=2 | p=3 | p=4 | p=5 |
| s1 | 0,638007 | 0,451801 | 0,403096 | 0,3810222 | 0,368569 |
| s3 | 0,361993 | 0,356183 | 0,356135 | 0,3561345 | 0,356135 |

1. Ранжирование альтернатив и отсеивание:

P1: S1>S3

P2: S1>S3

P3: S1>S3

P4: S1>S3

P5: S1>S3

Найдена наихудшая альтернатива – S3. Исключаем её.

**Результат** – альтернатива №1 – Bosch BSG 82425.

1. **Метод перестановок**

Матрица принятия решений (x):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k1 | k2 | k3 | k4 |
| s1 | 4200 | 6 | 6,1 | 7590 |
| s2 | 2200 | 1,9 | 7 | 7520 |
| s3 | 1600 | 2 | 5,2 | 3190 |
| s4 | 1650 | 2,5 | 5,5 | 10615 |

Комплексная важность ():

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,312509 | 0,333819 | 0,013448 | 0,3402228 |

Для перестановки {S1 S2 S3 S4}

1. S1>S2

C=(1 2 3)

H=(4)

1. S1>S3

C=(1 2)

H=(3 4)

1. S1>S4

C=(1 2 4)

H=(3)

1. S2>S3

C=(1)

H=(2 3 4)

1. S2>S4

C=(1 4)

H=(2 3)

1. S3>S4

C=(3 4)

H=(1 2)

Вес перестановки:

B=1,22314

Веса всех перестановок:

|  |  |
| --- | --- |
| **Перестановка** | **Вес** |
| 1234 | 1,22314 |
| 1243 | 1,808454 |
| **1324** | **1,973102** |
| 1342 | 1,362172 |
| 1423 | 1,197525 |
| 1432 | 1,947486 |
| 2134 | 0,584034 |
| 2143 | 1,169348 |
| 2314 | -0,00128 |
| 2341 | -1,94749 |
| 2413 | -0,77686 |
| 2431 | -1,36217 |
| 3124 | 1,387787 |
| 3142 | 0,776858 |
| 3214 | 0,748681 |
| 3241 | -1,19752 |
| 3412 | -1,16935 |
| 3421 | -1,80845 |
| 4123 | -0,74868 |
| 4132 | 0,001281 |
| 4213 | -1,38779 |
| 4231 | -1,9731 |
| 4312 | -0,58403 |
| 4321 | -1,22314 |

Лучшая перестановка (с максимальным весом) – 1324. Получаем лучшую альтернативу S1 – Bosch BSG 82425.