

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Проведен анализ принципов проведения экспертной оценки информационных моделей используемых в системах отображения информации, проанализированы методы формирования оптимальной оценки по заданным критериям.

Ключевые слова: системы отображения информации, информационная модель.

Введение

При проектировании новых систем отображения информации (СОИ) на основе дискретно-аналоговых форм представления сообщений на информационном поле (ИП) светодиодной шкалы следует учитывать различные, противоречивые требования, влияющие как на эргономику рабочего места оператора объекта управления, так и на энергопотребление и соответственно стоимость. Динамика обновления информации, размеры ИП, требования к семантическому содержанию, оперативности оценки контролируемых параметров, внешних воздействий требует от разработчика принимать целевые решения по многим критериям. К ним можно отнести элементную базу и способ реализации схемы устройства управления СОИ, аппаратные затраты, сложность программного обеспечения, энергопотребление, эксплуатационные характеристики, надежность, ремонтпригодность, возможность оперативной смены информационной модели (ИМ) и себестоимость.

Актуальным вопросом становится разработка информационной системы экспертной оценки ИМ СОИ. Для сбора и анализа результатов различных исследований требуется база данных, основной информационной задачей которой является формирование рекомендаций варианта ИМ в заданных условиях, его альтернативы, сравнительной оценки и определение оптимального решения. Многокритериальность, противоречивость требований, неоднозначность оценки ситуаций, ошибки в выборе приоритетов значительно усложняют принятие решений, создавая при этом условия неопределенности. К ним можно отнести невозможность точного учета влияния окружающей среды на работу оператора, его физиологическое состояние, а также разброс параметров элементов светодиодной шкалы и схемы управления. Одним из способов снятия неопределенности есть субъективная оценка эксперта, которая определяет его собственные представления о преимуществах выбираемой модели [1]. Существует и объективная составляющая, которая содержит в себе ограничения, которые накладывает внешняя среда на возможные решения (освещенность, температурный режим, временные ограничения на расшифровку информационного сообщения, эргономичность). Эти ограничения и конкретные требования к качеству представления информации являются дополнительными знаниями, которые помогают проектировщику принять решения о выборе ИМ. Исследования свидетельствуют, что ЛПР без дополнительной аналитической и компьютерной поддержки принимают малоэффективные решения [2]. Отсюда вытекает актуальность построения компьютерной системы экспертной оценки варианта формирования ИМ СОИ, основанной на формализации методов получения исходных и промежуточных оценок альтернатив ИМ, алгоритмизации процесса формирования оценки, учета различных критериев при выборе оптимального решения.

1. Принципы построения экспертной системы оценки оптимальности информационной модели светодиодной шкалы.

Основными информационными задачами системы экспертной оценки ИМ проектируемой СОИ являются:

- оказание помощи ЛПР в определении и понимании состава, объема, точности информации необходимой для оценки работоспособности системы управления;
- учет влияния ограничений окружающей среды на эргономичность интерфейса

рабочего места оператора;

- определение и ранжирование приоритетов требований к ИМ;
- учет неопределенности в оценках ЛПР и формировании их преимуществ;
- разработка возможных решений и сформирование списка их альтернатив;
- оценка возможных альтернатив вариантов ИМ исходя из представлений ЛПР и ограничений окружающей среды;
- анализ возможных последствий принятых решений;
- выбор варианта ИМ с точки зрения ЛПР.

Системы экспертной оценки являются человеко-машинными объектами, которые дают возможность ЛПР использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решение слабоструктурированных и неструктурированных проблем [2].

Процедура оценки является интерактивным процессом взаимодействия человека и компьютера, в результате которого выполняются следующие операции:

- оценка требований к визуализации информационного сообщения, выбор критериев и определение возможности реализации схем управления;
- генерирование сценариев возможных решений;
- оценка сценариев и выбор варианта, наилучшего за избранным сценарием;
- обеспечивается постоянный обмен информацией о принимаемом решении, согласовываются групповые решения;
- моделирование принимаемых решений;
- динамический анализ возможных последствий принятых решений;
- проводится сбор результатов экспертиз реализации принятых решений, осуществляется их оценка и выбор оптимального варианта ИМ.

Для выбора наиболее эффективного решения по целевому критерию ЛПР должно проанализировать особенности цели, возможные варианты ее достижения, имеющиеся ограничения. На этой основе выбирается оптимальное решение. Выбор базируется на представлениях ЛПР о преимуществах возможных решений. Правило или комплекс представлений, на основе которых ЛПР осуществляет выбор, является принципом оптимальности (ОП) [3].

Формальная постановка задачи принятия решений такова. Пусть существует пара (X, OP) , где X - множество вариантов решений, OP — принцип оптимальности. Решением задачи (X, OP) считают в общем случае подмножество $X' \subset X$, полученное с помощью принципа оптимальности. Математическим выражением принципа оптимальности OP есть функция выбора F_{OP} . Она сопоставляет с любым решением $X' \subset X$ определенную оценку качества:

$$W = F_{OP}(x) \quad (1)$$

Тогда решением исходной задачи будет подмножество:

$$X' = Arg \left(\underset{x \in X}{extr} [F_{OP}] \right) \quad (2)$$

Таким образом, принятие решения предусматривает последовательное выполнение допустимого множества альтернативных решений X , формирование оценки качества (функции цели), выбор наилучшего метода из множества допустимых решений X .

Концептуальную значимость имеет этап формирования оценки качества решений, предопределяющий конечный результат. Каждое решение $x \in X$ описывается определенным набором частичных характеристик, что определяет качество решения в целом. Если определенное свойство решения u ($u = 1, \dots, n$) из множества альтернативных решений X выражается числом, то существует отображение $u: X \rightarrow E^1$. Это свойство является частичным критерием k_i , а число u - оценкой альтернативы X по критерию

k_i . Можно выделить группу свойств решения, которые агрегируют в виде аспектов. Аспект представляет собой сложное свойство альтернатив, обобщающее все свойства, которые входят в соответствующую группу. В частном случае аспект может быть критерием.

Предположим, что свойства альтернатив $x \in X$, которые учитываются при решении задачи выбора, есть критериями. Поставим в соответствие критерия k_i ось e_i в интервале E_n , $u = 1, \dots, n$. Отобразим множество X в E , сопоставив с каждой альтернативой $x \in X$ точку $\varphi(x) = (\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x)) \in E$, где $\varphi_i(x)$ — оценка по критерию k_i ряда свойств $u = 1, \dots, n$. Критериальным пространством является множество E_n , координаты точек которого рассматриваются как оценки по соответствующим критериями. Поэтому задача выбора оптимального решения в многокритериальной ситуации состоит в ранжировании возможных решений за множеством частичных критериев.

Первый этап решения этой задачи — выбор множества частичных критериев, которые полно описывают решение $x \in X$. В качестве критериев выбирают параметры, которые отражают важнейшие свойства системы. Они характеризуют степень достижения цели. Необходимо стремиться к интегральности всех частичных критериев, так как это уменьшает размерность задачи. Интегральность не должна приводить к потере формальности постановки задачи. В общем случае множество решений X состоит из двух подмножеств: области согласования X^S с X_i и области компромиссов (множество Парето) $X^C \subset X$. При этом

$$\begin{aligned} X^S \cup X^C &= X \\ X^S \cap X^C &= \emptyset \end{aligned} \quad (3)$$

Область согласования — это подмножество $X^S \subset X$, на которой любое решение может быть улучшено по одному или несколькими частичными критериями без ухудшения качества по другими частичными критериями.

Область компромиссов (множество Парето) $X^C \subset X$ содержит только те решения, ни одно из которых не может быть улучшенным ни по одному частичному критерию без ухудшения качества хотя бы по одному из других частичных критериев.

Ранжирование допустимых решений на основе частичных критериев на множестве подчиненных решений, когда критерии не противоречивы, обеспечивает выбор "наилучшего" компромиссного решения. Например, x — определенное решение на допустимом множестве решений X . Качество решения оценивается множеством частичных критериев $K = \{k_1, \dots, k_n\}$. Известно множество оценок $\Phi = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x)\}$ по каждому из критериев k_i , ряда свойств $u = 1, \dots, n$ и относительная важность частичных критериев $\Lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_n\}$. Необходимо найти оптимальное решение X^* :

$$X^* = \text{Arg} \left(\underset{x \in X}{\text{extr}} [F_{OP}(\Phi, \Lambda)] \right). \quad (4)$$

Если известен вектор относительной важности частичных критериев Λ и указано правило, которое дает возможность упорядочивать возможные решения (оператор F_{OP}), то можно переходить к решению задачи оптимизации. Выбор и обоснование вида этого оператора составляет основу задачи выбора.

Формализованную схему решения задачи выбора можно записать так:

$$Q \rightarrow OP \rightarrow F_{OP} \rightarrow X^*.$$

Ситуация принятия решения Q характеризует всю доступную ЛПР информацию о системе, внешних и внутренних ограничениях, характере взаимодействия цели с системой. Принцип оптимальности OP выражен в виде аксиоматических представлений ЛПР о преимуществах тех или других решений. F_{OP} - функция выбора, являющаяся формальным математическим описанием принципа оптимальности OP .

Также концептуальным этапом является определение аксиоматики выбора.

Формализация этого этапа требует применения моделей и методов инженерии знаний а также аналитико-эвристического подхода. Особенность аналитико-эвристического подхода состоит в том, что выбор аксиоматики проводится ЛППР на основе эвристических соображений. Такой подход не противоречит общей тенденции, так как в меру формализации эвристических процедур метод становится все более аналитическим и ориентированным на знания.

Один из наиболее распространенных подходов к решению задачи (4) состоит в сведении многокритериальной задачи к однокритериальной. В теории полезности выявлено, что существует определенная обобщенная оценка ценности или полезности любого решения $x \in X$ для ЛППР.

Пусть на множестве X задано бинарное отношение преимущества ($>$):

$$x > y \quad (x, y \in X)$$

Это означает, что альтернатива x имеет преимущество перед альтернативой y .

Для отношения характерны следующие свойства [5]:

- антирефлексивность (при $x > y$ следует $x \neq y$);
- транзитивность (если $x > y$ а $y > z$, то $x > z$);
- антисимметричность (из двух выражений $x > y$ и $y > x$ одно несправедливо).

Оптимальное решение требует нахождения подмножества альтернатив, которые являются оптимальными в том или ином смысле относительно преимущества. Для этого необходимо с каждой альтернативой $x \in X$ сопоставить такое число $u(x)$ (полезность), при котором для любых двух альтернатив одна оказывается лучшей, чем другая в том случае, когда полезность первой альтернативы преобладает над второй полезностью:

$$x > y \Leftrightarrow u(x) > u(y), \quad (5)$$

где $u(x)$ - функция полезности.

Функция полезности является количественной мерой преимущества альтернативы $x \in X$ того или иного решения. Теория полезности рассматривается при этом как часть теории измерений. Измерение устанавливает изоморфизм между ценностью альтернатив для ЛППР и шкалой с номинальной, частично упорядоченной, интервальной или идеальной градацией [8]. Во время принятия решения полезность альтернатив чаще всего измеряется в порядковых или интервальных шкалах. Существует непосредственная связь измерений полезности с психофизическими измерениями. Например, к полезностям могут быть отнесены внимательность, низкая утомляемость, скорость восприятия информации. Основное отличие в этом случае состоит в степени субъективности результата.

Из аналитико-эвристического подхода можно выделить следующие этапы выбора решения:

- разработка универсальных методов формирования функций полезности частичных критериев;
- обоснование эвристических представлений, дающих возможность определить аксиоматику выбора;
- формирование, универсальной функции выбора оптимальных решений For, которая дает возможность реализовать довольно широкий класс аксиом выбора.

Главным принципом принятия оптимального решений является необходимость сбора и систематизации знаний по исследуемой проблеме для формализации задачи принятия решения и формирования функции выбора.

2. Методы решения многокритериальных проблем в экспертных системах

При построении экспертных аналитических информационных систем (OLAP-OnLineAnalyticProcessing), используются дескриптивные, прескриптивные и нормативные модели решения многокритериальных проблем [5].

В дескриптивных исследованиях основное внимание сосредоточено на субъекте выбора. Основной целью является прогнозирование выбора ИМ, который

осуществляется проектировщиком на основании эргономической экспертизы различных групп операторов. При выборе следует учитывать такие параметры субъектов как опыт работы, возраст, острота зрения, состояние здоровья, стимуляция т.д.

Прескриптивное исследование сосредоточивает внимание на анализе конкретной обстановки в которой будет применена ИМ и на разработке универсальных рекомендаций о том, что именно нужно в этой ситуации выбирать. Например, рекомендации по освещенности ИП и помещения, динамики обновления информации, геометрических соотношениях элементов ИМ.

Нормативное исследование выбора решения учитывает как особенности субъектов, так и конкретную обстановку. Рассматриваются все варианты решений, которые в этой ситуации могут быть квалифицированные как правильные, логические, рациональные, отвечающие установленным нормам. Нормативная модель, используя рекомендации прескриптивных исследований, не игнорирует выявленных в пределах дескриптивного подхода естественных ограничений человеческого фактора и рациональности.

В пределах нормативных моделей принятия решений можно выделить неконструктивный и конструктивный подходы.

Неконструктивный подход на этапе подготовки решения с помощью определенной формальной процедуры из множества исходных альтернатив X выделяется множество Парето X^C , а выбор эффективного решения X^* из $X^C \subset X$ осуществляется ЛПР на основании неформальных эвристических соображений.

При конструктивном подходе ЛПР принимает участие в выборе определенной формальной процедуры (принципа оптимальности ОР и функции выбора $F_{ОР}$), которая определяет выбор $X^* \in X^C$.

В зависимости от роли ЛПР в выборе, обосновании, реализации формальной процедуры выбора X^* можно выделить несколько групп методов. Разные методы принятия решений при многих критериях отличаются способом перехода к единой оценке полезности альтернатив [4,5].

Условно выделяют пять групп методов: аксиоматические, прямые, компенсации, порогов несравнимости, человеко – машинный.

В аксиоматических методах определяется ряд свойств (аксиом), которые должны удовлетворять зависимости общей полезности альтернативы от оценок за отдельными локальными критериями. Эти аксиомы проверяются путем получения информации от ЛПР[6]. В соответствии с этой информацией делают вывод о форме зависимости. В этих методах измерения полезности альтернатив рассматриваются как определенные шаги, которые подтверждают справедливость выбора некоторых аксиом и ведут к возможности использования конкретной функции полезности. В качестве этой функции можно выбрать число ошибок и пропусков, допускаемых оператором при считывании данных с ИП СОИ.

Аксиоматические методы делятся на две подгруппы: оценки альтернатив по многим критериям неопределенны (принятие решения в условиях неопределенности) и неизвестны функции распределения оценок полезностей возможных последствий для каждой альтернативы (принятие решения в условиях риска). Обе подгруппы используют три вида аксиом. Первым видом являются аксиомы "слабого порядка" и транзитивности. Эти аксиомы определяют отношение преимущества одной альтернативы при наличии такого свойства, как транзитивность. В условиях риска эти аксиомы можно определить так. Пусть R - множество функций распределения оценок полезности возможных последствий, заданных для каждой из альтернатив. Любую функцию распределения R можно подать в виде набора $P = (p_1, \dots, p_n)$, где p_1, \dots, p_n - вероятности осуществления возможных последствий (элементарных событий) V_1, \dots, V_n

, причем $\sum_{i=1}^n p_i = 1$. Каждому набору P или Q можно сопоставить определенное числовое значение ожидаемой полезности $U(P)$ или $U(Q)$ такое, что P имеет меньше преимуществ, чем Q , при $U(P) < U(Q)$. Тогда для набора P, Q, S выполняется одно из двух отношений: $U(P) > U(Q)$, или $U(P) < U(Q)$, или $U(P) = U(Q)$, если $U(P) > U(Q)$, $U(Q) > U(S)$, то $U(P) > U(S)$ [5].

Вторым видом аксиом являются те, которые ликвидируют "ненормальности" в преимуществах: аксиома растворимости и архимедова.

Аксиома растворимости, утверждает, что можно использовать любые части оценок полезности двух альтернатив для выражения эквивалентной оценки полезности третьей. Из $u > w > v$ вытекает существование такого α ($0 < \alpha < 1$), что $\alpha u + (1 - \alpha)v = w$.

В условиях риска она записывается в следующем виде: если $U(P) > U(Q) > U(S)$, то существует такое α ($0 < \alpha < 1$), что $\alpha U(P) + (1 - \alpha)U(Q) = U(S)$.

Архимедова аксиома запрещает использование альтернатив, оценки которых чрезмерно превышают оценки других альтернатив. Из $u > w > v$ вытекает, что существует α ($0 < \alpha < 1$), при котором $w > \alpha v + (1 - \alpha)u$.

Для условий риска соответственно: если $U(P) > U(Q) > U(S)$, то существуют p, q ($0 < p, q < 1$), при которых $pU(P) + (1 - p)U(S) < U(Q)$ и $qU(P) + (1 - q)U(S) > U(Q)$.

Третьим видом аксиом являются аксиомы независимости. Они предполагают, что преимущества между альтернативами не зависят от определенных преобразований этих альтернатив [5,6].

Аксиома эквивалента определенности предполагает, что преимущества между наборами не должны зависеть от одинаковых составных последствий наборов.

Аксиома строгой условности независимости по полезности предполагает, что преимущества среди многокритериальных альтернатив, для которых часть оценок по критериями задана в форме определенной функции распределения. Вторая часть оценок имеет постоянные значения, которые не зависят от их величины. Эта аксиома является вероятностным эквивалентом аксиом слабой условной независимости.

Аксиома маргинальности: многокритериальные альтернативы сравнимы между собой только на основе рассмотрения функций распределения оценок за отдельными критериями.

Приведенные выше аксиомы используются для доказательства существования функции полезности определенного вида. При справедливости первой и второй аксиом и при выполнении аксиом условной независимости за полезностью функция полезности многокритериальной альтернативы может быть выражена в виде аддитивной функции полезности:

$$\sum_{i=1}^n f_i(x_i), \quad (6)$$

где x_i - оценка по i -тому критерию, f_i - функция полезности по i -тому критерию.

Случаи мультипликативной и квазиаддитивной функций полезности также могут быть формально сведенные к этому виду [6].

При выполнении аксиом эквивалента определенности, строгой условной независимости за полезностью и маргинальностью функция полезности набора P может быть записана в виде:

$$U(P) = \sum_{j=1}^n p_j U(V_j), \quad (7)$$

где p_j - вероятность существования j -того возможного V_j .

Второй группой методов оценки при многих критериях являются прямые методы, в которых зависимость альтернативы от оценок по отдельными критериями заранее известна. Часто используется вид зависимости, в которой определяются численные

показатели (вес) важности критериев, умножаемый на оценки за критериями (метод взвешенных оценок критериев). Прямые методы можно условно поделить на пять видов.

В первом виде вводится обобщенная формула полезности многокритериальной альтернативы и все ее параметры. ЛПР предлагается несколько принципов (равномерной оптимальности, справедливого компромисса и т.д.) в соответствии с которыми выбирается определенная зависимость между полезностью многокритериальной альтернативы и ее оценкой за критериями[5].

Для динамических систем часто используется зависимость вида:

$$U \sum_{j=1}^n \left[\frac{x_i - x_{iopt}}{x_{iopt}} \right], \quad (8)$$

где x_{iopt} - лучше всего значение по i -тому критерию; x_i - фактическая оценка по i -тому критерию.

Во втором виде ЛПР избирает один из способов определения полезности альтернатив при неизвестной информации о вероятностях разных внешних условий. Структура исходной информации сводится в таблицу, в которую заносятся оценки полезностей альтернатив при разных вариантах внешних условий, сложившихся после принятия решения. Считается, что вероятности внешних условий заранее не известны, а таблица заполняется во время оценивания [6]. Для выбора наилучшей альтернативы используются следующие критерии.

1) Максиминный критерий: выбирается $U^* = \max_i \min_j$, где i — индекс строки, j — индекс столбца таблицы.

2) Минимаксной критерии доброжелательности: вводится понятие доброжелательности для i -той альтернативы при j -том варианте внешних условий:

$$C_{ij} = \max[U_{ip} - U_{ik}], p, k \in \{j= 1, \dots, m\}, \quad (9)$$

Затем выбирается $U^* = \min_i C_{ij}$.

3) Критерий Максимакса при котором полезность оценивается как $U^* = \max_i \min_j U_{ij}$.

4) Критерий Гурвица, который формулируется следующим образом: пусть для i -той альтернативы $m_i = \min_j U_{ij}$ и $M_i = \max_j U_{ij}$, то для каждой альтернативы A_i вычисляют показатель:

$$U_i(\alpha) = \alpha m_i + (1 - \alpha) M_i,$$

где $0 \leq \alpha \leq 1$.

Затем выбирают (при заданном α) $U^* = \max_i U_i(\alpha)$.

5) Критерий Лапласа предполагает, что все варианты внешних условий принимаются равновероятными, и для каждой альтернативы A_i определяется показатель:

$$U_{i\Sigma} = \frac{1}{m} \left[\sum_{j=1}^m U_{ij} \right]. \quad (10)$$

Затем выбирается $U^* = \max_i U_{i\Sigma}$.

В третьей группе прямых методов выбирается основная форма зависимости, параметры которой непосредственно назначаются ЛПР. Основными методами этой группы являются метод внешней суммы, мультипликативный, лексикографическое упорядочение критериев.

Метод внешней суммы предполагает, что полезность j -той альтернативы определяется как сумма оценок нескольких независимых критериев:

$$U_j = \sum_{i=1}^n w_i x_{ij}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad (11)$$

где w_i вес i -того критерия установленного ЛПР; x_{ij} - оценка j -той альтернативы по i -тому критерию.

Мультипликативный метод предполагает, что полезность j -той альтернативы определяется как произведение оценок нескольких независимых критериев:

$$U_j = \prod_{i=1}^n w_i f(x_{ij}). \quad (12)$$

Это обосновывается представлением об оценках критериев как о вероятностях достижения определенных показателей качества [5,6]. Лексикографическое упорядочение критериев сначала выполняется за его важностью. Наилучшей считается альтернатива, которая имеет высшую оценку по наиболее важному критерию независимо от оценок по другими критериями.

В четвертой группе прямых методов задается основная форма зависимости, а её параметры определяются путем вычислений, которые осуществляются на основе прямой оценки ЛПР полезностей некоторых многокритериальных альтернатив. Например, функция полезности альтернативы может быть задана в виде:

$$U = A + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^2 c_i x_i x_{i+1} + c_3 x_1 x_3 + d x_1 x_2 x_3,$$

где x_i – оценка по i -тому критерию, A, b_i, c_i, d – коэффициенты.

Значения полезности многомерных альтернатив подставляют в приведенную зависимость, после чего аналитическим путем находят ее параметры.

В пятой группе прямых методов за основу берется формула максимизации ожидаемой полезности, а ЛПР определяет вероятностные оценки разных результатов на деревьях решений. Для прямых методов характерны высокие требования к ЛПР, которые должны выбрать наилучший принцип. В задачах принятия решений с субъективными критериями такой выбор сделать иногда невозможно. Как и для аксиоматических методов, остаются проблемы зависимости критериев.

Третьей группой методов оценки являются методы компенсации. В них стараются уравновесить оценки одной альтернативы оценками другой, чтобы найти, которые из них лучшие. За своей главной идеей это простейший метод, за которым человек выписывает достоинства каждой из альтернатив и, вычеркивая попарно эквивалентные достоинства, изучает то, что осталось. Переход от сравнения качеств по разными критериями к сравнению альтернатив можно осуществить разными путями. Среди них следует выделить построение кривых безразличия и сравнение разностей оценок альтернатив по критериями[5].

Пусть (x_1, x_2, \dots, x_n) и (y_1, y_2, \dots, y_n) являются оценками альтернатив X и Y по критериями. Тогда альтернатива X лучше, чем альтернатива Y , если

$$\sum_{i=1}^n \phi_i [U_i(x_i) - U(y_i)] \geq 0, \quad (11)$$

где U_i функция полезности i -того критерия, ϕ_i — функция, которая определяет влияние разностей оценок по i -тому критерию на результат сравнения двух альтернатив.

Методы построения кривых или поверхностей безразличия трудоемкие и малоприменимые, если количество критериев n , за которыми оцениваются альтернативы, большая чем три.

Четвертая группа методов оценок - методы порогов неподражаемости, где задается определенное правило сравнения двух альтернатив, и потом в соответствии этому правилу альтернативы делятся попарно на сравнимые и несравнимые. Изменяя отношение сравнимости, получают равное количество пар сравнимых альтернатив.

На основании выбранного бинарного отношения осуществляется попарное сравнение всех альтернатив, причем альтернативы, которые оказались лучшими, выделяются в новое множество. Его размер определяется количеством альтернатив. Если бинарное отношение является отношением доминирования одной альтернативы над другой, при котором одна альтернатива имеет за всеми критериями не худшие, а хотя бы

за одним из критериев лучшие оценки, то образуемое множество Парето. Вид бинарного отношения и их последовательность существенно влияют на результат выбора. Методы этой группы позволяют ЛПР вмешиваться в процесс выбора, но большое количество параметров делает их малоэффективными.

К пятой группе методов оценок относятся человеко-машинные методы, которые применяются тогда, когда модель проблемы оценивания альтернативных решений известна частично. Человек взаимодействует с ЭВМ, определяя желательные соотношения между критериями. Широкое применение ЭВМ привело к возможности выбора наилучших моделей, созданию интеллектуальных экспертных систем (ЕС). Эти информационные системы принятия решений поддерживают и усиливают интеллектуальные возможности человека, открывают перспективы моделирования процессов интуиции в мощном направлении — искусственный интеллект. Анализ разработок в области ЕС свидетельствует о том, что большинство из них способны лишь повторять логические выводы экспертов и принадлежат к ЕС первого поколения [6]. Системы способны проводить анализ числовых и нечисловых данных, выдвигать и отбрасывать гипотезы, оценивать достоверность фактов, самостоятельно пополнять свои знания, контролировать их непротиворечивость, строить заключения на основании прецедентов, создавать решения новых задач и самообучаться являются более актуальными и востребованными.

Выводы

Создание программного обеспечения для экспертной оценки информационных моделей проектируемых систем отображения информации требует глубокого анализа и правильного выбора метода оценки альтернатив базовым ИМ. Анализ моделей базируется на статистическом или вероятностном подходе, который анализирует реализации стохастических процессов, описывающих многомерную динамику показателей ИМ, субъективные и объективные внешние факторы. Для этого требуется обширная информация, сбор и анализ которой является итеративным процессом. Он содержит проверку различных методов, выбор интервалов и периодичности наблюдений, классификацию реализаций, последовательный отбор входных факторов, выбор критериев адекватности моделей и выбор приемлемых алгоритмов и численных методов параметрической идентификации и адаптации моделей.

Использование компьютерного имитационного моделирования обеспечивает создание функционирующей модели экспертной оценки, которая хотя и не является полностью изоморфной к моделированной системе, но действует во времени, воссоздает динамику сложных реальных свойств эргатической системы, дает возможность ЛПР осуществлять выбор ИМ проектируемого ИП объекта управления в направлении ее приближения к заданным требованиям эргономики, энергопотребления и схемной реализации. В процессе анализа формируется база данных, которая содержит множество рекомендаций о применении данной ИМ при различных геометрических соотношениях элементов ИП и ограничениях окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. - М.: Наука, 1996. – 208 с.
2. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений: Пер. с англ.-М.: Аудит; ЮНИТИ, 1997. - 590 с.
3. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. — М.: Знание, 1985. — 32 с.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач.- М.:Наука,1982. - 254с.
5. Кини Р.Л.,Райфа Х. Принятие решения при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.:Радио и связь,1981. - 560с.
6. Любич О.О.Теоретические основы принятия финансовых решений на макроуровне.-К.:НИФИ, 2004.- 348с.

Надійшла:07.12.2013р.

Рецензент: д.т.н., професор Кравченко Ю.В..