

Лекция 6

Моделирование механизма ситуации

План:

1. Моделирование механизма ситуации.
2. Классификация задач принятия решений
3. Задача получения информации
4. Формирование исходного множества альтернатив, формализация предпочтений и выбор.
5. Оценка эффективности решений.

1. Моделирование механизма ситуации.

Механизм ситуации устанавливает связь между *описанием альтернатив* и *значениями критериев* (или результатов). Сама задача моделирования механизма ситуации включает:

- определение перечня управляемых и неуправляемых факторов;
- определение ведущего типа механизма ситуации (однозначный или многозначный) и ведущего типа неопределенностей;
- выбор типов шкал для результатов;
- построение моделей для получения значений результатов в выбранных шкалах.

Решение задачи моделирования механизма ситуации позволяет глубоко разобраться в том, какие обстоятельства будут оказывать влияние на результат операции в наибольшей степени, на что следует ориентироваться при принятии окончательных решений, на что следует рассчитывать, если принять во внимание небезразличное отношение ЛПР к риску, и др.

Если говорить о получении результатов, то здесь потребуется решить два принципиальных вопроса:

- каков тип модели (или определение совокупности моделей)?,
- каковы основные соотношения для моделирования?

Заметим, что преобразование исходных данных в искомые результаты осуществляется в любых моделях посредством всего лишь трех типов действий:

- *декларативного задания недостающих данных* (например, эксперт указал: "Спрос на подобное оборудование в будущем году составит 5 тыс. комплектов...", "Малая авиация перевозит в год не менее 5 тыс. пассажиров...", "Площадь хранилища около 2960 м²");
- применения *математических преобразований*;
- *статистического наблюдения* или *эксперимента* (например, опрос 100 покупателей в магазине фирмы "Мир" показал, что около 50 % опрошенных приобретают электронику фирмы Philips).

Далее каждому из указанных способов получения информации можно поставить в соответствие один из типов моделей: *имитационные, аналитические, статистические*.

Там, где информация в основном параметризована (выступает в наиболее агрегированной форме, часто в шкалах качественного типа), обычно используются *аналитические* модели. Там, где работают с фактическим материалом, чаще используют *статистическое* или *имитационное* моделирование.

Для моделирования всегда необходимо получить какую-то исходную информацию, исходные данные.

2. Задача получения информации

Данная задача включает:

- определение источника информации;
- выбор способа обращения к источнику информации;
- выбор формы представления информации потребителю.

При решении каждого из указанных вопросов исходят из требований к точности, надежности, достоверности информации, которые обеспечат, в свою очередь, требуемую точность или высокую достоверность и обоснованность, убедительность выработанного решения.

Задача получения информации имеет важное значение, поскольку ее результаты используются на всех последующих этапах принятия решения. Здесь важно не только взвешенно определить требования к качеству информации (ее точности, надежности, достоверности), но и установить наиболее предпочтительный источник и способ ее получения.

Очень важным является вопрос о выборе формы представления полученной информации. Иногда с трудом добытая информация из-за пренебрежительного отношения к вопросу о ее представлении оказывается невыразительной и неубедительной, слабо свидетельствует в пользу предлагаемого варианта решения проблемы, а значит, оказывается неэффективной.

Все задачи, составляющие модель проблемной ситуации, являются по своему важными, ответственными, своеобразными, трудными. Но наиболее важными являются *задача формирования исходного множества альтернатив, задача формализации предпочтений ЛПР и задача выбора.*

3. Формирование исходного множества альтернатив, формализация предпочтений и выбор.

Данный комплекс задач является самым важным для ЛПР. Именно их решение позволяет ответить на вопрос, какими способами будет достигаться цель. Помочь здесь может углубленный анализ цели предстоящих действий, после которого обычно бывает достаточно ясно, чем (какими ресурсами) и как (каким способом) может быть достигнут исход того или иного действия.

Поскольку при одних исходах цели, преследуемые ЛПР, достигаются в большей степени, а при других - в меньшей, с его (ЛПР) точки зрения, исходы определенным образом различаются по предпочтительности. Именно на множестве исходов операции и ее результатов базируется система предпочтений ЛПР, отражающая его личные представления о лучшем и худшем в достижении цели и его личное отношение к риску, связанному с неопределенностью некоторых элементов задачи.

Система предпочтений ЛПР может быть выявлена различными способами. Чаще всего она может быть "измерена" в ходе контрольных предъявлений ему элементов (факторы, проблемы, цели, способы) из некоторой совокупности. Выявленная и измеренная система предпочтений ЛПР называется *моделью предпочтений*. Формальным выражением системы предпочтений являются *критерий выбора решений* и так называемая *функция выбора*.

Речь идет об осознанном выборе, который постоянно осуществляют ЛПР, эксперт или исполнитель, среди каких-то представленных ему возможностей. Таким образом, когда мы говорим "задача выбора", всегда имеем в виду, что требуется выявить "наилучший" (с точностью до модели предпочтений) вариант, альтернативу, образец и т. п., которые будут рассматриваться как первые претенденты на реализацию.

Когда же мы говорим о задаче выбора как задаче принятия решений, то тут необходимо дополнительно иметь в виду, что для обеспечения "осознанности" решения, для окончательного выбора решения среди претендентов на это звание еще нужен этап интерпретации и адаптации "наилучшей" альтернативы к условиям операции. Эта работа осуществляется или лично ЛПР, или экспертами под его личным руководством.

4. Оценка эффективности решений.

Весьма важное значение имеет задача оценки фактической эффективности решений. Именно на этом этапе становится ясно, какие из частных решений ЛПР были приняты верно, а какие варианты оказались частично или полностью ошибочными.

На основании выводов, которые делает ЛПР после получения информации о фактически достигнутых результатах, ее обработки и анализа, формируются выводы, рекомендации, вносятся необходимые корректировки в модели и элементы решения. Все это "замыкает" процесс выработки решений на практику, позволяет учиться и накапливать управленческий опыт.

4.1. Модель общей задачи принятия решений

Процесс принятия решений как функции преобразования содержания информации формализуется в терминах теории принятия решений. Центральными понятиями в теории принятия решений являются:

Ω - универсальное множество вариантов, альтернатив из которых осуществляется выбор;

X - предъявление, множество альтернатив, предъявленных для выбора ($X \subseteq \Omega$);

Y - множество выбранных альтернатив, в частности одна ($Y \in X$);

C - принцип выбора (функция выбора), правило, по которому осуществляется выбор наилучшей альтернативы, $Y = C(X)$.

Функция выбора может задаваться поэлементно или в виде графика какой-либо зависимости, или как целостное множество, удовлетворяющее некоторым условиям. Часто в задачах принятия решений используют понятие механизма выбора.

$$M = \langle \delta, \pi \rangle$$

Здесь δ - совокупность сведений, позволяющая сопоставлять варианты или группы вариантов.;

π - правило выбора. Это инструкция, указывающая, как, используя структуру δ , выделить из X подмножество Y .

δ представляет собой структуру на множестве альтернатив. Задаётся в виде бинарных отношений, например, сходства, превосходства, несравнимости, отношений предпочтения, графа и другими способами

В зависимости от степени формализации введенных понятий различают три типа задач принятия решений (табл. 12.1).

Таблица 12.1 - Типы задач принятия решений

Тип задачи принятия решений	Ω	C
Задача оптимального выбора	Однозначно определено	Строго формализован
Задача выбора	Однозначно определено	Не формализован
Общая задача принятия решений	Может дополняться	Не формализован

1 Задача оптимального выбора. Множество альтернатив $\{\Omega\}$ однозначно определено и принцип выбора C строго формализован. Для решения таких задач используются, например, аналитические методы, методы исследования операций, специальные методы оптимального выбора. Примером задач данного вида являются многокритериальные задачи оптимального управления.

Получаемые решения не зависят от субъективных мнений ЛПР, являются наилучшими (из возможных) для заданных условий, поэтому и называются оптимальными. Однако при изменении условий решение становится неоптимальным. Это ограничивает возможности приведения реальных задач к данному виду, поскольку учесть все факторы, влияющие на решение, в рамках данной задачи невозможно.

2 Задача рационального выбора. Множество альтернатив $\{\Omega\}$ однозначно определено, но принцип выбора C не может быть формализован. В этом случае выбор зависит от того, кто и на какой основе его делает. При решении таких задач обычно используются имитационное моделирование, методы экспертных оценок, теория полезности. Получаемые решения не могут считаться оптимальными. Но они признаются рациональными.

3 Общая задача принятия решений (ОЗПР). Множество альтернатив может дополняться и видоизменяться, а принцип выбора C не формализован. В этом случае даже один и тот же человек может изменять свое решение при обнаружении новой альтернативы.

Такие задачи наиболее характерны для решения проблем в сложных системах.

При этом **под общей задачей принятия решения** понимают ситуацию, когда требуется вначале сформировать множество альтернатив, затем из множества альтернативных решений выделить некоторое подмножество, в частном случае - одну альтернативу.

Выбор альтернатив производится на основе представления ЛПР об их качестве, для чего требуется сформулировать принцип выбора.

Формально модель ОЗПР можно представить в следующем виде:

$$\text{ОЗПР: } \langle T, I_{\text{вх}}, I_{\text{вых}}, I_{\text{реш}}, P, C \rangle,$$

где T – цель принятия решения (например, выбор альтернативы или упорядочение множества альтернатив);

$I_{\text{вх}}$ - исходные данные для порождения альтернатив;

$I_{\text{вых}}$ – множество порожденных альтернатив;

$I_{\text{реш}}$ – выбранная альтернатива;

P – правило порождения альтернатив;

C – правило выбора наилучшей альтернативы.

Исходные данные для порождения альтернатив и множество порожденных альтернатив для ОЗПР могут включать детерминированную, вероятностную и неопределенную информацию.

Правила порождения и выбора альтернатив могут быть представлены в форме аналитических, логических, эвристических решающих правил, в том числе как скалярные, векторные, составные критерии.

Графически структура ОЗПР представляется в виде последовательности правил порождения и выбора альтернатив, обеспечивающих преобразование исходных данных в решение (рис. 12.1).

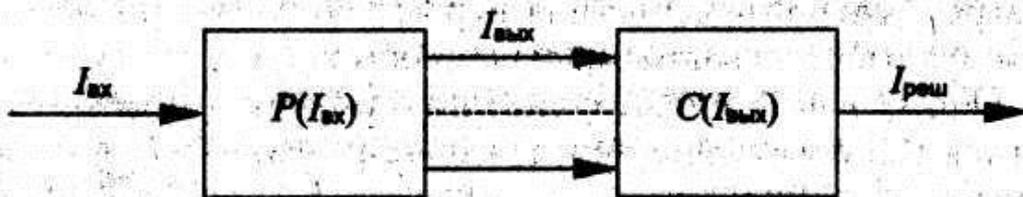


Рисунок 12.1 – Структура общей задачи принятия решений

ОЗПР относятся к слабоструктурированным задачам. В настоящее время для их решения интенсивно создаются методы обработки знаний (логико-лингвистического моделирования) в рамках новой научной дисциплины - **инженерии знаний**. Такие методы обеспечивают преобразование данных и вывод допустимых решений, как в аналитической форме, так и в форме выражений естественного языка. При этом используются все известные теоретические модели представления: $I_{\text{вх}}$, $I_{\text{вых}}$, $I_{\text{реш}}$, P , C , а также не формализуемый опыт специалистов-практиков.

4.2. Модель функции контроля

Задача контроля объекта управления включает решение трех частных задач: задачи наблюдения, классификации и идентификации (распознавания образов).

Решение задачи наблюдения заключается в отыскании такого отображения

$$g^{-1} : Y \rightarrow Z ,$$

которое каждой наблюдаемой реализации выходных характеристик Y ставит в однозначное соответствие внутреннее состояние ОУ Z . Это означает, что для контроля требуется обеспечить потенциальную наблюдаемость внутренних состояний ОУ по внешним признакам.

Решение задачи классификации состоит в отыскании такого отображения

$$\varphi : Y \rightarrow E ,$$

которое обеспечивает разбиение всего множества возможных реализаций выходных характеристик Y на ограниченное число классов E , обладающих теми или иными общими свойствами (видов агрегированных состояний ОУ). Определенные заранее такие агрегированные состояния играют роль своеобразных эталонов для распознавания реальных состояний объекта в процессе его контроля. В процессе анализа каждому классу состояний ставится в соответствие определенное решение по управлению объектом.

Решение задачи идентификации заключается в отыскании такого отображения

$$\psi : E \rightarrow S ,$$

которое определяет оптимальную в некотором смысле оценку состояния ОУ S_i по реализации входных x и выходных y сигналов объекта. Наблюдаемое реальное состояние объекта идентифицируется путем отождествления его с одним из заданных агрегированных состояний E . Другими словами, задача идентификации состоит в нахождении методов, с помощью которых для каждого конкретного состояния S_i требуется найти класс E , к которому оно относится. Иногда эту задачу называют задачей распознавания образов.

4.2. Модель функции планирования

Планирование представляет собой процесс последовательного снятия неопределенности относительно структуры и характеристик объекта управления, разделенного на два подпроцесса.

Первый - это последовательность процедур преобразования, позволяющая получить факты, характеризующие требуемое состояние ОУ - перечень и множество допустимых значений характеристик этого объекта. Иначе говоря, здесь формируется структура и диапазон значений выходных характеристик (решается ЗПР_ц).

Второй подпроцесс реализует выбор конкретного значения характеристик и способ достижения этого состояния (решается ЗПР_д).

В основе модели процесса планирования лежит понятие рекурсии.

Примером использования рекурсии может служить вычисление факториала:

$$4! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24.$$

Это выражение с учетом того, что $0! = 1$, можно обобщенно записать в виде примитивной рекурсии как совокупность из $n-1$ функций вычитания, умножения, подстановки и одной функции константы:

$$N! = \begin{cases} N_i(N_i - 1), & i = \overline{1, N-1}; \\ N_N = 1 \end{cases}$$

Для приведенного примера процедура рекурсивного вычисления факториала представлена на рисунок 12.2.

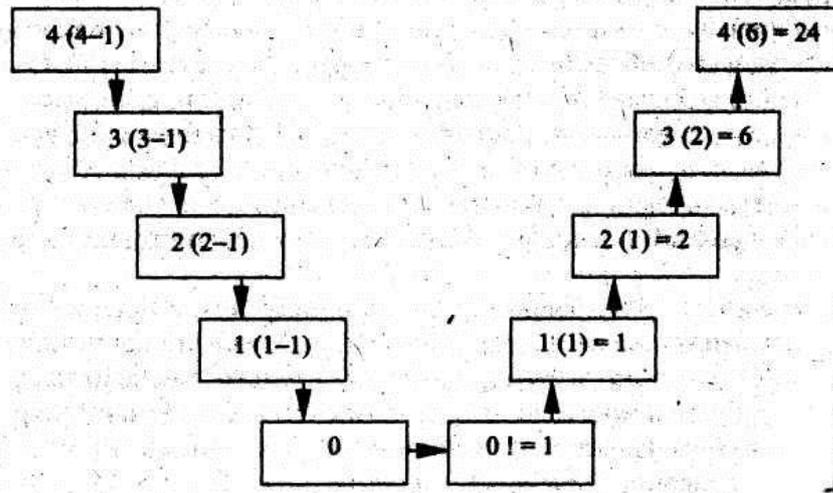


Рисунок 12.2. - Рекурсивная процедура вычисления факториала

Чтобы доказать общерекурсивность функции, надо построить систему равенств, рекурсивно определяющих эту функцию, или указать метод получения такой системы.

Очевидно, что построить систему равенств для процесса планирования, как неформализованного в алгебраическом смысле, невозможно. Однако, используя идею рекурсивности относительно описания общей функции конечной последовательностью вхождений ограниченного числа базовых функций для их объединения в общий процесс, можно модель планирования представить следующими выражениями:

$$P_{пл} = \langle I, F \rangle; \quad (12.1)$$

$$P_{пл} = I_{вх} \rightarrow I_{реш}; \quad (12.2)$$

$$\text{ОЗПР} = \langle T, I_{вх}, I_{вых}, I_{реш}, P, C \rangle; \quad (12.3)$$

$$I_{реш} = C \{ P(I_{вх}) \rightarrow \exists I_{вых} \}. \quad (12.4)$$

Выражение (12.1) описывает структуру процесса планирования $P_{пл}$ и означает, что планирование рассматривается как двойка, где I - информационный компонент, описывающий текущие решения и сведения, используемые для их получения в форме ОЗПР; F - процедурный компонент, включающий функции обмена информацией $f_o(t)$, рутинные функции $f_p(t)$ и функции преобразования содержания информации $f_c(t)$.

Функции преобразования содержания информации $f_c(t)$ включают:

- $r(t)$ - расчетные процедуры;
- $l(t)$ - логические процедуры;
- $e(t)$ - эвристики.

Под *эвристикой* понимают отличный от алгоритмического метод решения задач, основанный на неформальных правилах опытных специалистов, обеспечивающий уменьшение объема вычислений или получение результата, когда алгоритмические методы бесполезны.

Выражение (12.2) характеризует процесс планирования, заключающийся в преобразовании информации о состоянии ОУ в командную информацию.

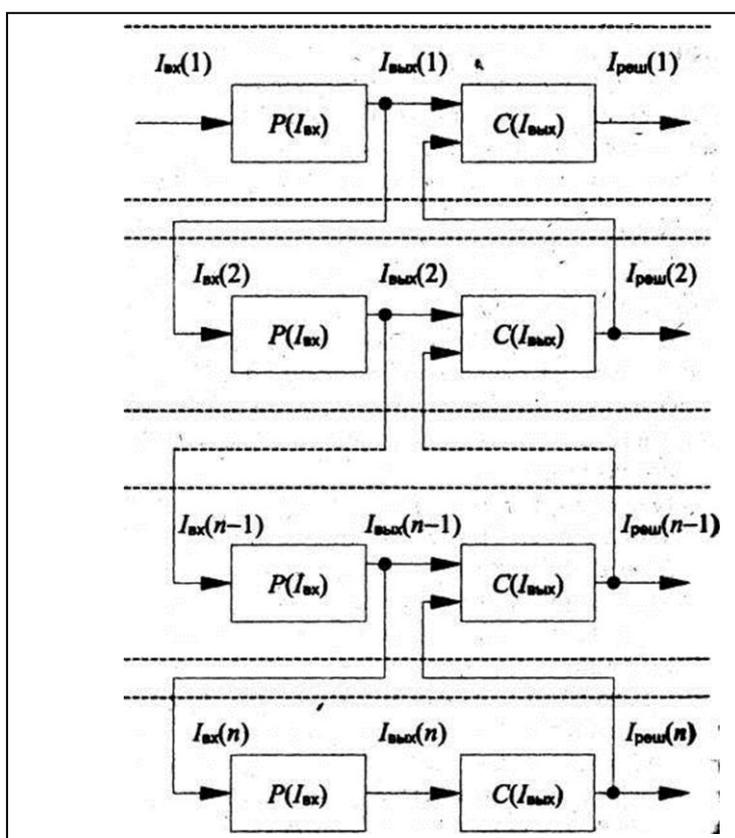
Выражение (12.3) формализует первоначальные функции - компоненты процесса планирования в терминах теории принятия решений.

Выражение (12.4) формализует непосредственно зависящие функции содержательного преобразования информации.

В каждом конкретном процессе планирования эти процедуры образуют некий рекурсивный механизм получения решений, изоморфный любым задачам планирования.

При этом структура ОЗПР, как непосредственно зависящей процедуры, представляется в виде последовательности первоначальных функций P и C . Отдельные операции, входящие в такую процедуру, могут изменяться, но в целом процедура ориентирована на формирование конкретных решений, приемлемых в данной ситуации. Для каждого принимаемого решения, несмотря на отсутствие некоторых правил вывода или исходных фактов, следует существование совокупности правил, обеспечивающих его принятие, и это решение не пусто.

При таком представлении структура процесса планирования может быть показана как рекурсивная процедура (рисунок 4.9).



Из рисунка 4.9 видно, что процесс планирования состоит из ряда этапов, обеспечивающих решение ОЗПР соответствующего уровня.

Этапы планирования упорядочиваются по степени детализации информации. На первом этапе информация представляется в виде абстрактного перечня целей функционирования системы, на последнем этапе - в виде конкретных данных по распределяемым ресурсам и по функциям ОУ, направленным на достижение целевого состояния.

Дополнительно на каждом уровне процесса могут быть введены обратные связи, учитывающие влияние принятых решений на процесс формирования и выбора альтернатив.

Количество уровней рекурсии (этапов планирования) определяется в каждой системе с управлением отдельно. При планировании связи из неподготовленных районов такими этапами, например, являются: уяснение задачи, оценка обстановки, принятие решения по структуре системы связи, детальное планирование (определение параметров, мест размещения узлов связи, времени на развертывание, требуемых средств и т.д.).