

Лекция. Методологические основы теории принятия решений

Цель: Изложить основные категории, используемые при выработке и принятии решений и показать общую схему этого процесса.

Время - 2 часа

Учебные вопросы:

1. *Понятийный аппарат теории принятия решений*
2. *Типы операций и их сущность*
3. *Процесс выработки решений*
4. *Модель задачи принятия решений*

1. Понятийный аппарат теории принятия решений

Как известно, предметом изучения теории принятия решений являются закономерности переработки информации состояния в командную информацию. В ней используются как общесистемные, так и свои собственные понятия.

Одно из центральных понятий теории принятия решений - операция. *Операцией* называют этап функционирования системы, ограниченный достижением определенной *цели*. Операция реализуется системой с управлением. К началу операции система должна располагать некоторым запасом *ресурсов*: людских, материальных, энергетических, транспортных, денежных, временных и т.д. Операции могут быть *простыми* и *сложными*. Любая сложная операция представляет совокупность взаимосвязанных простых операций.

Система, реализующая операцию, и среда проведения операции описываются множеством существенных характеристик. Эти характеристики могут быть *управляемыми* и *неуправляемыми*. К *неуправляемым* относится та часть характеристик $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, которые управляющий объект не в силах изменить с помощью объекта управления, но должен учитывать при выборе решения. *Управляемые* характеристики - это характеристики системы $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, которые могут меняться управляемым объектом. *Множество значений управляемых характеристик представляет собой управляющее воздействие или решение*.

Принятие решения - это задание значений управляемых характеристик. Принимая решение, управляющий объект определяет характер использования ресурсов для достижения цели. В реальных операциях ресурсы, как правило, ограничены. Соответственно ограничена и область значений управляемых характеристик. Решения, удовлетворяющие наложенным ограничениям, называют *допустимыми*. Вполне очевидно, что выбор решений управляющим объектом должен проводиться из числа допустимых.

Совокупность решений, принимаемых для выполнения операции, называют *стратегией*. В частном случае стратегия может состоять из одного решения. Стратегия, все решения которой принимаются до начала операции, называется *жесткой*. Если же управляющий объект принимает решения последовательно на основе информации о ходе или результатах выполнения предыдущих решений, то такая стратегия определяется как *гибкая*.

Решение, которое с точки зрения достижения цели операции предпочтительнее других, называется *оптимальным*. Оптимальному решению соответствует оптимальная линия поведения системы. Аналогично определяется и оптимальная стратегия. Процесс поиска оптимального решения (стратегии) носит название *оптимизации*.

При использовании количественных методов отыскания оптимальных или близких к ним решений оперируют только количественными характеристиками (параметрами). Найти решение - это значит определить значения управляемых параметров с учетом значений неуправляемых параметров.

Реализация того или иного решения приводит к различным исходам операции. *Исход операции* - это ситуация, сложившаяся или прогнозируемая на момент завершения операции. Для оценки исходов операции относительно поставленной цели вводится *показатель исхода операции*. В качестве ПИО может выступать один или несколько параметров или величина, функционально связанная с ними $r = W(x, y)$.

ПИО должен отражать полезный результат операции, затраты ресурсов на его получение, а также нежелательные последствия операции. Выбор ПИО производится с учетом конкретного содержания операции.

К ПИО предъявляются следующие *требования*:

- 1) *строгое соответствие цели* - показатель должен характеризовать исход относительно цели операции;
- 2) *достаточная полнота* - он должен обеспечивать оценку не отдельной стороны исхода, а всего исхода в целом;
- 3) *высокая чувствительность* - ПИО должен реагировать на изменения значений параметров системы и среды;
- 4) *простая вычислимость* - функциональная связь W должна допускать приемлемое по сложности определение значений ПИО;
- 5) *ясность физического смысла* - ПИО должен быть легко воспринимаем;
- 6) *небольшая размерность* - показатель не должен содержать большое число компонентов.

2. Типы операций и их сущность

Связь между решением и исходом операции может быть различной. Все зависит от того, какой информацией о параметрах системы и среды располагает управляющий объект при выработке решения. С этой точки зрения выделяют три типа параметров:

- 1) *определенные* - это параметры, значения которых известны;
- 2) *случайные* - для этих параметров известны законы распределения вероятностей;
- 3) *неопределенные* - для них известны только области изменения, но не известны законы распределения вероятностей. Причинами неопределенности выступают наличие в среде объектов с несовпадающими целями, недостаточная изученность объектов среды; нечеткое знание цели операции.

Соответственно трем типам параметров различают три типа связей между решением и исходом операции и три типа операций (систем, их реализующих): *детерминированные, вероятностные и неопределенные*.

В *детерминированных* операциях каждому решению $X \in X_d$ соответствует один вполне определенный исход операции и одно определенное значение ПИО R , где X_d - множество допустимых решений.

В *вероятностных* операциях каждому решению $X \in X_d$ ставится в соответствие множество исходов операций с известным законом распределения вероятностей на этом множестве $R - P(R/X)$. При этом один или несколько неуправляемых параметров являются случайными, имеющими распределения $f(y_j)$, где j - множество неуправляемых параметров, носящих случайный характер. Модель вероятностной операции представляется в виде $P(R/X) = W(X, f(Y)) = \Omega(X, Y)$.

Наконец, в *неопределенных* операциях одному и тому же решению $X \in X_d$ могут соответствовать различные исходы, при этом множества исходов известны, но нет данных о распределении вероятностей на этих множествах. Иными словами, каждому

решению соответствует класс распределений P , причем неизвестно, какое конкретное распределение $P(R/X)$ имеет место при данном решении. Устранение неопределенности на практике производится путем искусственного сведения операции к вероятностной.

3. Процесс выработки решений

Процесс выработки решений в различных системах строится примерно по одинаковой схеме и состоит из следующих этапов:

- 1) анализ условий проведения операции;
- 2) построение модели функционирования системы в операции;
- 3) выбор оптимального решения в рамках построенной модели;
- 4) формирование принимаемого решения.

Условиями операции считаются:

- цель как множество значений управляемых и неуправляемых характеристик системы и внешней среды, которые необходимо достичь;
- множество состояний обстановки, т.е. множество значений неуправляемых характеристик Y ;
- множество допустимых решений, т.е. множество значений управляемых характеристик X .

Все выявленные допустимые решения необходимо оценить с учетом возможных исходов операции для каждого состояния обстановки. Для оценки решений требуется проиграть операцию. Сделать это на реальной системе и в реальной среде трудно, а подчас и невозможно.

Поэтому прибегают к использованию упрощенного аналога реальной системы, то есть *модели*. С помощью моделирования получают оценки решений и выбирают лучшее из них. Выбор решения предполагает наличие двух факторов: множества допустимых решений (предмета выбора) и некоторой совокупности правил упорядочения этих решений по предпочтительности (мотивов выбора).

В ряде случаев формализовать процесс выбора лучшего решения не удастся и ограничиваются получением оценок решений по каждому состоянию обстановки. Тогда результатом выполнения третьего этапа в названной схеме будет не оптимальное решение, а совокупность близких к нему решений. Непосредственный выбор из них будет осуществляться человеком.

Полученное при моделировании решение является оптимальным или близким к нему только в рамках построенной формальной модели и должно рассматриваться как рекомендуемый вариант, который требует корректировки. Модифицированное решение и принимается для реализации.

Выбор варианта системы (решения на ее построение) осуществляется при наличии их множества с целью определения наилучшего. Под *выбором* принято понимать процесс извлечения некоторого варианта из заданного множества.

Как было отмечено, подготовительный этап этого процесса заключается в выделении подмножества $X_d \in X_u \mid X_i \leq \geq X_o$, где $X_u = \{X_i\}$ - множество исходных вариантов, X_d - множество допустимых вариантов, соответствующих указанному условию, $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\}$ - вектор управляемых параметров i -го варианта (решение на его построение), $i=1 \dots n$, n - общее число вариантов, X_o - вектор ограничений, налагаемых на значения управляемых параметров.

При отсутствии *правила выбора* приемлемым считается любое решение из множества допустимых. Такой выбор носит название *сатисфакционного*. Отсутствие правила выбора не позволяет определить предпочтительнее ли оставшихся выбранное решение. Для устранения этого недостатка требуется задать *отношение предпочтительности* на множестве решений X_d .

Возможны два способа задания такого отношения: ординальный и кардинальный. При использовании *ординального* способа допустимые решения лишь упорядочиваются с точки зрения предпочтительности их реализации: $X_1 \succ X_2 \succ \dots \succ X_k$, где k - число допустимых решений. Однако упорядочение является неформальным актом и становится прерогативой лица, принимающего решение.

Кардинальный способ задания предпочтительности предполагает, что каждому решению x_i ставится в соответствие некоторая количественная оценка $a(X_i)$ и решения упорядочиваются относительно этих чисел $a(X_1) > a(X_2) > \dots > a(X_k)$. Получение количественных значений для упорядочения связывают с оценкой эффективности решения.

4. Модель задачи принятия решений

Процесс принятия решения формализуется в рамках теории принятия решений. При этом центральными понятиями являются:

Ω - универсальное множество вариантов, альтернатив, планов, из которых потенциально может осуществляться выбор;

X – предъявление, т.е. множество альтернатив, предъявленных для выбора ($X \subseteq \Omega$);

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

C – принцип (функция) выбора, правило, по которому осуществляется выбор наилучшей альтернативы $Y=C(X)$. Функция выбора может задаваться поэлементно, в виде графика какой-либо зависимости или как целостное множество, удовлетворяющее некоторым условиям.

Кроме того, в задачах принятия решений используют понятие механизма выбора

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

δ - совокупность сведений, позволяющая сопоставить варианты или группы вариантов. Представляет собой структуру на множестве альтернатив. Задается в виде бинарных отношений, например, сходства, превосходства, несравнимости, отношений предпочтения, графа и другими способами;

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

В зависимости от степени формализации введенных понятий различают три типа задач принятия решений.

Тип задачи принятия решений	Ω (универсальное множество альтернатив)	C (принцип выбора)
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 вариантов Ω 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 задачи, в рамках данной задачи невозможно.

2. *Задача выбора*. Множество вариантов Ω однозначно определено, но принцип выбора C не может быть формализован. В этом случае выбор зависит от того, кто и на

какой основе его осуществляет. При решении таких задач обычно используется имитационное моделирование, методы экспертных оценок, теория полезности. Получаемые решения не могут считаться оптимальными. Но они признаются рациональными.

3. *Общая задача принятия решений.* Множество вариантов Ω 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 решений (ОЗПР)* понимают ситуацию, когда требуется вначале сформировать множество альтернатив, затем выделить из него некоторое подмножество, в частном случае – одну альтернативу. Выбор альтернатив проводится на основе представления ЛПП об их качестве, для чего требуется сформулировать принцип выбора.

Формально модель *ОЗПР* можно представить в следующем виде:

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

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

$I_{\text{вх}}$ – исходные данные для выбора альтернатив;

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

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

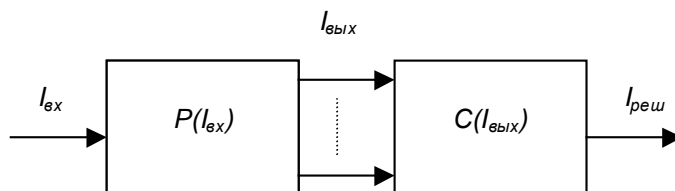
P – правило порождения альтернатив;

C – правило выбора наилучшей альтернативы.

Исходные данные для порождения альтернатив и множество порожденных альтернатив могут включать в себя 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.



ОЗПР относится 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 $\langle I_{\text{вх}}, I_{\text{вых}}, I_{\text{реш}}, P, C \rangle$, а также не формализуемый опыт специалистов-практиков.