

## Глава 2. Моделирование и технология разработки управленческого решения

### 2.1. Этапы и операции разработки управленческого решения

Принятие решения является основным элементом деятельности менеджера и, как правило, сопряжено с выбором направления действия для достижения целей организации. На рис.1.3 представлена схема менеджмента, основным содержанием которой является процесс принятия решения.

Процесс принятия решения можно представить в виде нескольких стадий, состоящих из этапов и операций. Отдельные авторы по-разному подходят к выявлению этапов, операций и по-разному относят их к стадиям [31, 14, 16]. Разберем более полную, на наш взгляд, схему описания процесса принятия управленческих решений.

К основным стадиям процесса принятия решения относят: 1) осознание необходимости принятия решения (разведывательная); 2) проектирование альтернатив (проектная); 3) принятие и реализацию управленческого решения (выбора).

Каждая из приведенных стадий предполагает выполнение определенных этапов, процедур и операций. В таблице 2.1 представлен перечень, включающий стадии, этапы и операции разработки управленческого решения.

Стадия 1. Разведывательная. *Проблемы или проблемные ситуации* (ПС) возникают в организациях либо вследствие несовпадения фактических значений параметров управляемого объекта с целевыми (нормативными, плановыми параметрами), либо возможности появления таких отклонений в будущем в случае неприятия упреждающих мер; либо изменения целей управления. Если проблемная ситуация не очевидна, то ее решение неоднозначно и процесс принятия решения требует

структуризации. Структуризация позволяет определить этапы и процедуры, направленные на решение проблемы для конкретной ситуации. Данный процесс сводится к построению с помощью алгоритмов либо блок-схем, так называемых, оперограмм разработки управленческих решений [14, 56].

После выявления причины возникновения проблемы ее *формализуют* - определяют ее характер: «угроза» существующему положению или «новые возможности», а также определяют сильные и слабые стороны организации, т. е. на основе имеющейся информации проводят SWOT-анализ.

Таблица 2.1  
Стадии, этапы и операции разработки управленческого решения

Стадии	Этапы	Операции
1. Осознание необходимости принятия решения (разведывательная)	1.1. Возникновение проблемы	Установление причины возникновения ПС.
		Определение характера ПС.
	1.2. Формализация проблемы	Постановка цели для задач принятия решений
		Выявление ограничений для задач принятия решений
		Создание и формализация модели принятия решения
2. Проектирование альтернатив (проектная)	2.1. Определение и выбор критериев для принятия решения	Установление критериев выбора
	2.2. Разработка и формулирование множества альтернатив	Проектирование альтернатив (действий по устранению ПС) Оценка возможных последствий
3. Выбор и реализация управленческого решения (выбора)	3.1. Выбор наилучшего решения	Описание методов выбора альтернатив
		Сравнение альтернатив
		Определение и оценка риска
		Принятие решений (выбор альтернатив)

	3.2. Организация работ по выполнению решения	Организация выполнения решения
	3.3. Оценка последствий принятого решения (мониторинг)	Контроль и анализ процесса выполнения решения

Постановка цели для задач принятия решений заключается в осознании ЛПР проблемы, для решения которой возможно использование различных альтернатив (вариантов действия), а принятие решения заключается в выборе одной из них [24, 14, 10].

В качестве ограничений для задач принятия решений выступают: время решения, средства решения, информация, финансы, материалы и др.

Формализация проблемы предполагает создание модели проблемной ситуации (математической или информационной модели, где варианты действий представлены как совокупности характеристик).

Стадия 2. Проектная. Проектирование альтернатив начинается с этапа *выбора критерия принятия решения* и представляет собой требования, отражающие систему предпочтений или одну из ее сторон. При выборе критериев для принятия решений ЛПР руководствуется системой нормативов, по которой и сравнивают альтернативное решение. Назначение критериев – обеспечить эффективность принимаемых решений. Критерии при принятии решений служат стандартом ограничения, т. к. сужают деятельность менеджера в принятии решения.

*Проектирование альтернатив* сводится к разработке вариантов действий, удовлетворяющих выявленным ограничениям и установленным критериям на основе сбора необходимой информации. Для этого могут быть использованы различные методы, например, «мозгового штурма», Дельфи (п.3.2) и др. Оценка возможных

последствий проектируемых альтернатив (стратегий действий) проводится на основе выбранной модели по методу: что произойдет в системе, если будут приняты альтернативы  $A_i$ .

Стадия 3. Выбор. *Выбор управленческого решения* включает методы выбора альтернатив и зависит от степени структурированности проблемы. В соответствии с классификацией проблем, предложенной Г. Саймоном, выделяют структурированные, слабо структурированные и неструктурированные проблемы. Для структурированных проблем используют методы количественного анализа, позволяющего выбирать оптимальные решения на основе экономико-математических методов. В качестве критериев оптимизации выбирают размеры прибыли или затрат, объемы продаж, доходов и др. Для выбора решения слабо структурированных или неструктурированных проблем используют взвешенные критерии на основе экспертных оценок. В этом случае выбирают удовлетворительное решение, т.е. решение, выбранное в соответствии с заданными критериями, удовлетворяющее поставленным ограничениям и способствующее устранению проблемы.

Результатом сравнения альтернатив является выбор такой альтернативы, которая устраняет имеющуюся проблему. Сравнение альтернатив может выполняться несколькими методами.

Идентификация возможных отрицательных последствий выбранной стратегии осуществляется с помощью риска и включает также и методы компенсирования данного вида риска.

Процесс принятия решения (выбор альтернатив) может выполняться (и чаще всего выполняется) единолично лицом, принимающим решения, группой менеджеров, либо согласованием.

*Организация выполнения решения* заключается в составлении плана реализации данного решения и доведения

его до конкретных исполнителей в виде указаний, распоряжений, приказов и др.

*Мониторинг* выполнения решения проводится на основе обратной связи, через анализ поступающей информации о ходе реализации решения, оценке решения проблемы и возникновении новой ситуации. Обязательными элементами процесса является наличие поэтапного плана и описание методов принятия решения, а также их информационное обеспечение. Работа по сбору, обработке и оценке информации проводится на всех этапах процесса, но каждый раз она имеет особенности, отражающие специфику выполняемых действий и решаемых задач, а также стиль работы менеджера. Представленная на рис.1.3 схема процесса принятия управленческого решения отображает только логику управленческой деятельности. На практике этот процесс более сложен и допускает параллельность выполнения ряда процедур, что позволяет значительно снизить время принятия решений.

Для эффективного и своевременного принятия управленческого решения большое значение имеет разработка методологических основ и приемов, моделирующих и обобщающих описанную выше схему.

## **2.2. Моделирование в процессах разработки управленческих решений**

Моделирование как метод исследования систем применяется при разработке достаточно сложных управленческих решений и представляет собой построение моделей или системы моделей исследуемого объекта для его изучения. Исследование моделей объектов позволяет уточнить свойства и характеристики изучаемого явления. Использование моделей объектов позволяет проводить активные эксперименты, которые невозможны с самим исследуемым объектом. Проблемы применения

моделирования изучаются во многих науках, но особенно они актуальны в сфере экономики.

Существует достаточно большое количество определений понятия “модель” и “моделирование”. Так, например, в Советском энциклопедическом словаре (СЭС, М. 1980) дается следующее определение: «*Модель* – любой образ какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве «заменителя» реальности, представления». В [41] *модель* определяется как «упрощенное, абстрактное отображение реальности, предназначенное для разъяснения или прогнозирования поведения моделируемых явлений».

«*Модель* представляет собой средство и способ выражения черт и соотношений объекта, принятого за оригинал» [43].

*Модель* – это имитация одного или ряда свойств объекта с помощью некоторых иных предметов и явлений [43].

*Основные свойства моделей* состоят в следующем: во-первых, модель должна быть подобна исследуемому объекту, а во-вторых, модель должна быть проще изучаемого объекта, чтобы оказалось возможным ее изучение. Основное назначение модели заключается в возможности проведения с моделью: экспериментов, анализа и изучения, которые невозможны с самим исследуемым объектом.

В связи с этим к моделям предъявляются также *требования* по глубине и по времени. То есть, модель должна обладать необходимой глубиной описания, достаточной для решения актуальных проблем объекта, и дополнительными ограничениями по времени, необходимому для принятия решения.

Модель всегда тесно связана с проблемой, т. к. решение проблемы всегда начинается с моделирования проблемной ситуации объекта, а затем уже переходят к моделированию стратегических альтернатив и моделированию последствий

принимаемого решения, куда, естественно, включаются такие элементы, как цель развития объекта управления, состояние внешней среды, функционирование объекта и др.

В свою очередь, *моделирование* определяется как «практическое или теоретическое оперирование объектом, при котором изучаемый предмет заменяется каким-либо естественным или искусственным аналогом, через исследование которого мы проникаем в предмет изучения. Моделирование основано на подобию, аналогии, общности свойств различных объектов, на относительной самостоятельности формы» [43].

*Моделирование* есть «исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей, исследование моделей для определения или уточнения характера и рационализации способов построения вновь конструируемых систем и объектов» [40].

Моделирование предоставляет возможность изучения объекта не непосредственно, а через рассмотрение другого, подобного ему и более доступного объекта - его модели. При этом и само моделирование базируется на определенном понимании существа моделируемого явления или объекта и тем самым является результатом познания. На моделировании базируется и теоретический и экспериментальный методы познания, различие заключается только в применяемых моделях.

С понятием «моделирование» тесно связаны такие понятия как «гомоморфизм», «изоморфизм» [40].

*Гомоморфизм* - такое соответствие между объектами двух множеств, при котором одно множество есть "модель" другого.

*Изоморфизм* - соответствие между объектами, выражающее тождество их структуры (строения).

Таким образом, основное достоинство метода моделирования заключается в возможности построения

адекватной модели, которой не свойственна непомерная сложность оригинала, так как точно (изоморфно) отображены только существенные основные элементы, связи и взаимозависимости.

Другим, не менее важным достоинством построения модели, является то, что появляется широкое поле для экспериментальной деятельности: можно менять параметры, условия, ограничения и выяснять, к каким конечным результатам это приводит. В итоге многовариантных экспериментов с моделью вырабатывается ответ на кардинальный вопрос - при каких конкретных условиях следует ожидать наилучшего функционирования системы с точки зрения поставленной перед ней цели?

С самой системой такое экспериментирование чаще всего невозможно или сильно затруднено, потому что либо система не полностью доступна или вообще не доступна, либо вторжение во внутреннюю структуру системы ведет к необратимому ее перерождению, либо эксперименты на системе или недопустимы по морально-этическим, социальным соображениям или просто слишком дорого стоят. В первую очередь это относится к экономическим системам.

Необходимость формализации и моделирования связаны не только с уровнем познания объекта, но и с его сложностью. Чем сложнее область исследования, тем важнее использование для ее изучения моделей и формализованных методов.

Дело в том, что при принятии решений в менеджменте естественен неформальный и качественный образ мышления, который вполне оправдывает себя в простых случаях, но в сложных ситуациях уже не достаточен. Справиться со сложностью можно лишь, переходя от "естественных" неформальных, качественных процессов мышления к формализованным, количественным или хотя бы дополняя первые вторыми.

К тому же, при осуществлении самого процесса построения модели не очень ясные, недостаточно четкие ситуации проясняются, и тем самым уровень осведомленности о системе повышается. Если невозможно построить удовлетворительную модель системы, то это свидетельствует, как правило, о недостаточном уровне наших знаний об объекте.

### **Классификация моделей**

По виду отображения реальной действительности принято выделять следующие модели: физическая, графическая и математическая. Модели принятия решений используют в основном математические модели. В процессе принятия решений, на этапах постановки проблемы, поиска альтернатив используется также описательная (дескриптивная) и нормативная (аналитическая) модели [41, 3].

*Дескриптивные* (описательные) модели основываются на эмпирических наблюдениях, они содержат небольшое количество элементов и объясняют экономические соотношения так, как они существуют в реальном мире, но в упрощенной форме. Взаимосвязи между элементами могут быть описаны в виде простых математических уравнений. Их недостаток заключается в том, что они не отражают функциональные взаимосвязи и ограничения, но они создают основу для построения более сложных моделей. Примером описательных моделей могут быть модели идеальной конкуренции для прогнозирования цен в реальном мире, или плановая калькуляция себестоимости, простые инвестиционные расчеты.

*Нормативные* (аналитические, оптимизационные) модели позволяют ЛПР выявить наиболее эффективные пути достижения поставленной цели. Они представляют собой функциональные уравнения, где отражены связи между зависимыми и независимыми переменными. Независимые

переменные в таких моделях представляют собой параметры действий, а зависимые переменные в этих моделях являются ожидаемыми переменными, получаемыми в результате воздействия независимых переменных. Эти модели, как правило, имеют следующий вид:

$$E = f(a, b, c), \quad (2.1)$$

где **E** – анализируемая ожидаемая переменная;

**a, b, c** – независимые переменные, параметры действий (решений).

Эти уравнения дополняются системой ограничений, лимитирующих свободу действий.

Дескриптивные модели выражают необходимую целевую функцию в терминах производственных операций, т. е. они предписывают определенную технологию, процедуры, используя которые ЛПР может выбрать оптимальное решение с учетом заданных ограничений и критериев. Поэтому описательная (дескриптивная) модель является основой для построения оптимизационных моделей.

Значение нормативных (аналитических, оптимизационных) моделей заключено в том, что они дают возможность представить последствия возможных решений в виде ожидаемых переменных, которые в этом случае задаются в виде целевых показателей и показывают степень достижения цели (так называемые целевые функции):

$$Z = E = f(a, b, c) \rightarrow \max (\min), \quad (2.2)$$

где **Z** – цель.

Такие модели называют моделями принятия решения. Связи между различными моделями показаны на рис.2.1. Модели принятия решений должны содержать основные элементы самого процесса, такие как цель, альтернативы, состояние внешней среды, временной аспект. Классификация моделей принятия решений, строится на основе проявления вышеперечисленных элементов модели.

*Цель.* Модель принятия решений определяется системой целей. Выделяются модели, использующие только одну целевую функцию, т.е. величину, которая должна быть положена в основу оценки, и модели, использующие несколько целевых функций. Система целей, кроме целевой функции, включает приоритетные соотношения, которые должны показывать относительную интенсивность достижения целевых функций.

*Альтернативы.* Вторым элементом модели принятия решений является совокупность альтернатив, т.е. ожидаемые варианты действий или комплекс этих действий. Если используется модель принятия единичного решения, то вариант действий сравнивается с одной альтернативой и происходит сравнение степени полезности между взаимно исключающими альтернативами, при этом можно выбирать только один вариант действий. Если используется модель принятия программных решений, то включается возможность одновременной реализации нескольких вариантов действий. Например, применение инвестиционных решений влечет за собой варианты действий в таких сферах, как финансирование, производство, маркетинг и др.

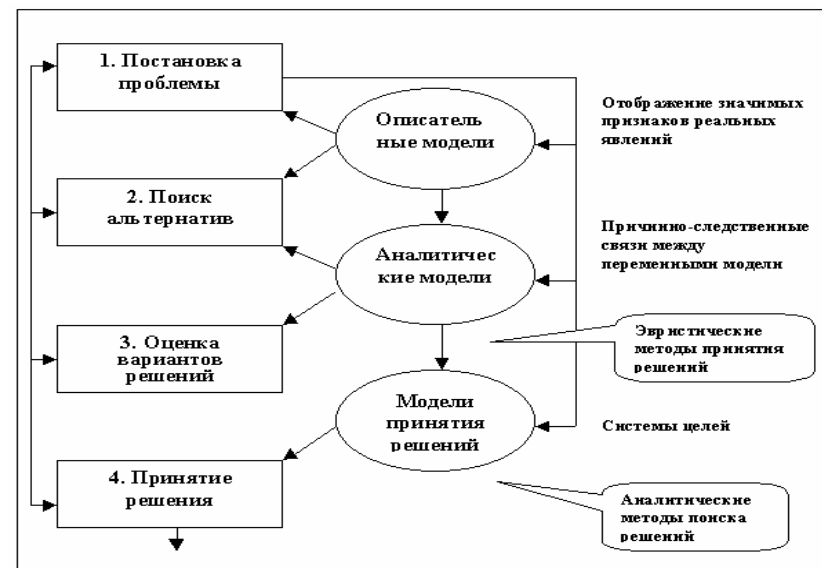


Рис.2.1. Использование различных моделей в процессе принятия решений

*Состояние внешней среды и функции результативности.* Совокупность внешних факторов и их развитие в будущем характеризуется как состояние внешней среды. Возможно возникновение таких состояний, которые характеризуются ситуациями *определенности*, *риска* и *неопределенности*. Все состояния внешней среды взаимно исключают друг друга, формируют пространство состояний, при этом возможным является то, что в модели принятия решений существует различная степень обеспечения информацией для различных состояний внешней среды.

Прогноз последствий выбранной альтернативы при определенном состоянии среды производится с помощью функции результативности. При этом последствия однозначного характера возникают только для комбинации, включающей альтернативу и состояние определенности, а в

ситуациях риска и неопределенности возможны несколько результатов.

*Временной аспект.* Данный элемент проявляется в моделях принятия решений в отношении числа и вида учитываемых периодов и сроков осуществления действий. В соответствии с этим используют статические и динамические модели.

Построение соответствующих математических моделей, используемых в управлении для принятия решений, включает следующие этапы: постановка задачи принятия решения; создание модели; проверка модели; применение модели.

*Постановка задачи* является основным этапом построения модели и представляет собой диагностику проблемной ситуации, т. е. идентификацию проблемы управляемого объекта.

Этап *создания модели* – есть разработка формализованной схемы, которая включает установление: цели модели, выходной информации, получаемой из модели об объекте управления, помогающей ЛПР решать проблему, входной информации, необходимой для решения и источников данной информации.

Одним из основных этапов построения аналитической модели является разработка формализованной схемы [7, 36, 37], которая для задачи принятия решений имеет вид:  
 $\langle S_0, T, R | S, C, Y, f, K \rangle,$  (2.3)

где  $S_0$  – описание исходной проблемной ситуации;

$T$  – время, располагаемое для принятия решения;

$R$  – ресурсы, учитываемые при принятии решения;

$S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$  – множество возможных ситуаций;

$C = (C_1, C_2, \dots, C_k)$  – множество целей, которые необходимо достичь в результате устранения проблемной ситуации  $S_0$ ;

$Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$  – множество возможных решений;

$f = f(S, Y, C)$  – функция предпочтения лица, принимающего решения, с помощью которой он оценивает ситуацию и

решения по степени достижения множества целей;

$K$  – критерий выбора полученного решения.

Для каждой конкретной ситуации  $S_j$ , решения  $Y_i$  и цели  $C_i$  функция  $f(S_j, Y_i, C_i)$  определяет полезность решения  $Y_i$  в ситуации  $S_j$  для достижения цели  $C_i$ .

В выражении (2.3) слева от вертикальной черты расположены известные элементы задачи, справа от вертикальной черты – элементы, которые необходимо определить.

В ряде случаев располагаемое время и ресурсы для принятия решений также могут быть неизвестными, тогда их обозначения должны быть перенесены направо от вертикальной черты.

Высказывание предпочтений на множестве ситуаций, решений и целей и формулировка критерия выбора позволяют определить одно или несколько оптимальных решений, обеспечивающих устранение проблемной ситуации.

Значение таких моделей принятия решений заключается в возможности находить оптимальное решение через алгоритм и выбирать такие решения (возможные действия), которые гарантируют наилучшее достижение цели. К аналитической модели принятия решений относятся модели линейного программирования, имитационного моделирования и др.

*Проверка модели* предполагает проверку соответствия построенной модели реальной проблемной ситуации. Как правило, такую проверку на достоверность совершают, используя прошлые ситуации, т. е. используют информацию: о состоянии объекта управления в прошлом, о проблемах и о последствиях уже принятых и реализованных управленческих решениях.

После проверки модели на ситуациях в прошлом, ее можно применять, для этого необходимо собрать нужную информацию.

В практической деятельности чаще всего используются подробно освещенные в литературе следующие виды моделей: аналитические, статистические (вероятностные), имитационные, сетевые, линейного и математического программирования, теории очередей (массового обслуживания), запасов и др.

### **2.3. Целевая ориентация управленческих решений**

Цель – идеальное, мысленное предвосхищение результата деятельности. В кибернетике цель обозначает либо желаемое состояние системы, либо достигнутое путем обратной связи [40, 37].

Ситуацию, в которой происходит принятие решений, характеризует наличие цели. Если цель не поставлена, то не возникает и необходимости принимать какое-либо решение [37].

По определению [56], основным смыслом деятельности производственных систем является достижение в будущем цели, т. е. желаемого состояния.

Процесс принятия решения направлен на достижение цели объекта управления, который представляется в виде траектории движения объекта управления к достигаемой цели [62, 37].

Целенаправленное изменение совокупности значений показателей, описывающих состояния объекта управления во времени и пространстве, принято называть (по методологии системного подхода) функционированием системы [62].

Таким образом, роль управленческого решения заключается, во-первых, в изменении состояния системы в направлении достижения цели, а, во-вторых, может сводиться к изменению самой цели, если она была своевременно некорректно поставлена, и все действия (альтернативы) не приводят к ее достижению [42].

Основными характеристиками цели являются: прогноз развития системы, многозначность, неопределенность.

Исходя из прогнозного характера, цели делятся на краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные. Соответственно этому и решения (п.1.2) делятся на стратегические (достижение долгосрочных целей) и тактические (достижение кратко- и среднесрочных целей).

Многозначность целеполагания воплощается в построении дерева целей, которое позволяет увязать общую цель с целями подразделений и их задачами, т. е. установить иерархию целей, ведущих к достижению основной цели.

Дерево целей, построенное по принципу декомпозиции целей во времени и пространстве, представляет иерархическую систему задач, решение которых приводит к достижению поставленной цели. Организация согласования целей подразделений может быть представлена схемой, изображенной на рис.2.2. Цели развития подразделений должны быть связаны с главной целью. Дерево целей совместимо с процессом принятия решений (рис.1.3). На схеме рис.2.2 D представляет отклонение показателей конкретной ситуации от заданной цели. Если отклонение превышает нормативное значение, то это является, как показано в п.2.1, точкой принятия управленческого решения.

Определенность целей характерна для краткосрочных целей и тактических решений и проявляется в установлении конкретных критериев для объекта управления.

Более отдаленные цели формулируются в более общей форме, являются общим ориентиром при выборе краткосрочных целей и стратегий их достижения.

По количеству установленных критериев различают цели: простые (один критерий, например, максимизация прибыли) и множественные (много критериев, например, максимизация прибыли и оборота при сохранении минимального числа рабочих мест).

Кроме того, цели и уровни их достижения измеряются: количественно - числовым показателем и качественно - при помощи оценок предпочтения (например, хорошо,



удовлетворительно, плохо, номинально - цель достигнута или не достигнута).

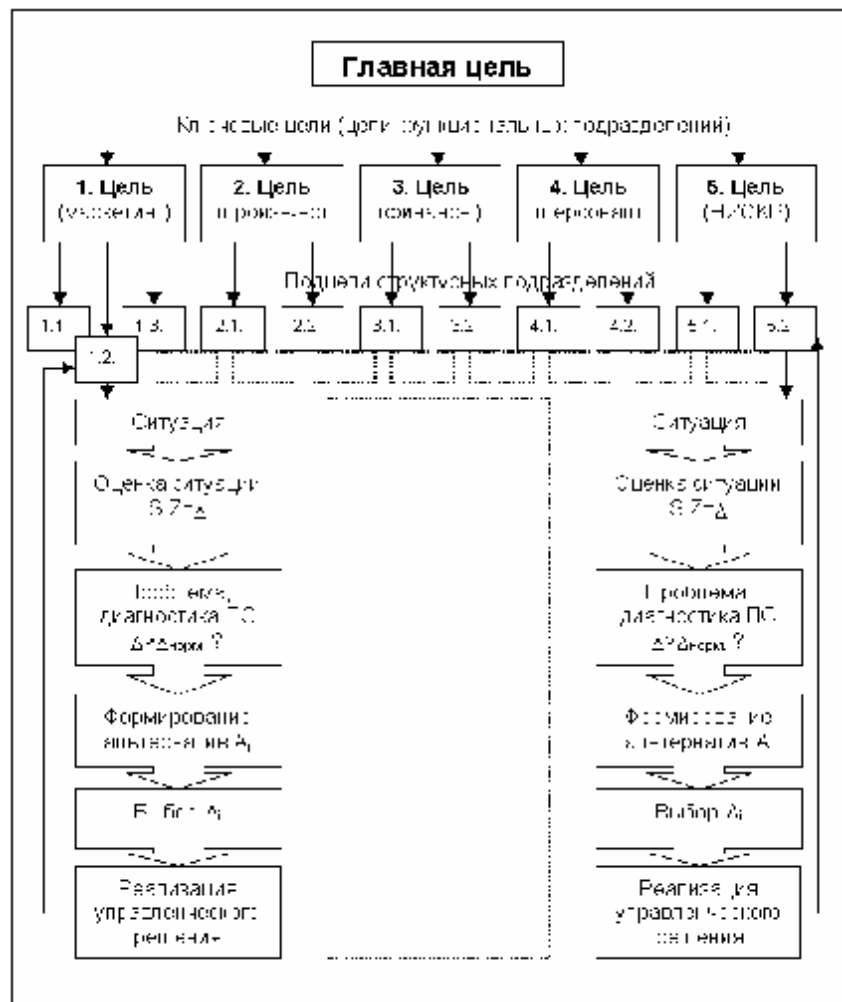


Рис.2.2. Иерархия целей и задач принятия решений

Если при постановке цели выдвигается одна простая главная цель, то ее задают в виде экстремума. Оптимальным решением в этом случае будет альтернатива, которая приводит к максимизации уровня достижения экстремально заданной цели при соблюдении установленных ограничений или дополнительных целей. Достижение абсолютного или относительного оптимума можно проверить при помощи расчетов на аналитических моделях, в частности, математическим программированием.

Если при постановке цели выдвигается множество ключевых целей, то проблем не возникает до тех пор, пока ключевые цели формулируются как экстремумы, и нет конкуренции целей. В этом случае наилучшим решением является альтернатива, которая обеспечивает большую степень достижения целевых показателей при заданных ограничениях.

Если цели конкурируют и к тому же заданы в виде экстремумов, то нужно проверить, какую следующую из имеющегося набора альтернатив необходимо использовать, чтобы получить сравнительно лучшее или компромиссное решение, удовлетворяющее руководство. Причем, возможны ситуации, когда альтернативы выбирают из бесконечного множества либо из определенного конечного множества альтернативных решений. Количественно выражаемые цели позволяют использовать для определения результатов их реализации аналитические модели.

Результаты достижения количественно и качественно измеряемых целей могут быть заданы в виде экстремальной оценки (оптимума, максимума или минимума результата) или в виде некоего достаточного (удовлетворительного) предела (достижение удовлетворительного уровня результата), или в виде номинальной оценки, т. е. как достижение либо недостижение некоторого удовлетворительного уровня [42].

В практике планирования чаще всего встречаются плохо поддающиеся количественному измерению или вовсе количественно не измеряемые цели. Во многих случаях пытаются найти оптимальное решение, исходя из постановки экстремальной цели в качестве главной, например, при заданных ресурсах хотят достичь максимальной прибыли или определенной прибыли при минимальных ресурсах.

Качественно выражаемые цели и степень их достижения должны характеризоваться лишь вербально. В этом случае можно говорить только о достижении или о недостижении цели (номинальное измерение), что чаще всего относится к обязательным целям-условиям.

Если главная цель задана качественно в виде предпочтительных оценок, то существует несколько альтернатив ее достижения. В этом случае поиск единственного оптимального решения возможен только через изменение уровня достижения главной цели, что, в конечном счете, соответствует формулированию экстремальной цели, или через изменение ограничений (дополнительных целей).

Формулирование проблемы с раскрытием и установлением значимых целей или целевых критериев ( $Z_j$ ) называют также требованиями. При этом в первую очередь следует выделить цели - условия, которые должны быть выполнены обязательно, например, использование имеющихся транспортных путей, соблюдение действующих законодательных норм, согласие лиц, принимающих решения. Для прочих целей задаются весовые коэффициенты (коэффициенты важности целей -  $q_j$ ). Если цель может быть разложена на отдельные подцели, то сумма весовых коэффициентов подцелей должна быть равна 1.

Количественно и качественно выраженные цели требуют для приведения в сопоставимый вид некоторой их трансформации и учета субъективно установленных, зависящих от предпочтения принимающих решения лиц

весовых коэффициентов. Если альтернативы оценивают по их эффектам от достижения количественных и качественных целей, то количественно выраженные эффекты следует перевести по качественной шкале оценки, чтобы добиться сравнимости результатов (например, при оценке целей получения прибыли и обеспечения независимости предприятия). Трансформация всех показателей эффекта от достижения целей по качественной шкале оценки может также потребоваться, если количественно измеряемые цели и эффекты выражаются в разных единицах (например, прибыль - в стоимостных единицах, а мощности или степень их загрузки - в единицах времени либо процентах).

При помощи качественной шкалы оценки эффекты от реализации целей можно суммировать лишь в том случае, когда все стоимостные показатели выражены качественно (например, в баллах: хорошо = 3, удовлетворительно = 2, плохо = 1). Правда, в этом случае снова приходят к количественным, точнее квазиколичественным, расчетам.

При задании нескольких целей после перевода выраженных количественно показателей степени достижения целей в балльные оценки необходимо перемножить соответствующую балльную оценку степени достижения цели и весовой коэффициент (коэффициент относительной важности) (определение  $W_{ij} \cdot q_j$ ). Общий эффект каждой альтернативы исчисляются суммированием полученных взвешенных показателей степени достижения цели.

#### **2.4. Анализ альтернатив действий**

*Альтернативой* в процессе принятия решений называют способ действий или стратегию по достижению цели. Дословно «альтернатива» (франц. alternative, лат. alter – один из двух) означает необходимость выбора одного из двух или нескольких возможных решений, направлений, нужных вариантов и т. п. [40].

Способы действий – это способы использования ресурсов, поэтому возможности ЛПР всегда ограничены возможностью использования ресурсов.

Каждая альтернатива может быть охарактеризована величиной затрат ресурсов (которые всегда ограничены); возможными последствиями исхода, вероятностью достижения цели.

Затраты ресурсов, вероятность достижения цели и результат являются прогнозными характеристиками. Поэтому процесс принятия решения всегда сопряжен с неопределенностью, риском, неясностью.

Принятие решения – есть выбор наилучшей (оптимальной) альтернативы, т. е. определенные действия над множеством альтернатив, в результате которых получается подмножество допустимых (возможных) альтернатив, удовлетворяющих налагаемым ограничениям. Далее допустимые (возможные) альтернативы, вернее, их результаты (исходы, последствия) сравнивают по принятым критериям эффективности, которые являются чаще всего математическим выражением цели и определяют степень достижения цели для каждой отобранной альтернативы. Альтернатива, достигшая экстремума этого критерия, называется оптимальной.

Таким образом, альтернативы, удовлетворяющие требованиям (ограничениям), называют *возможными* или *допустимыми* [36, 42], а альтернативу, достигающую экстремума критерия, называют оптимальной стратегией (рис.2.3).

В качестве ограничений выступают затраты, способы использования ресурсов на осуществление альтернативы. Кроме показателя затрат ресурсов каждая альтернатива может быть охарактеризована определенным исходом и вероятностью достижения цели.

Выбор является действием, придающим всему процессу принятия решения целенаправленность, т. к. он подчиняет

всю деятельность и ЛПР и экспертов достижению определенной цели.

Процесс выбора может осуществляться в различных вариантах в зависимости от количества альтернатив, оценки альтернатив, режима выбора, последствий выбора, ответственности за выбор, степени согласованности целей.

Выбор, в зависимости от состава альтернатив может быть «конечным, счетным, континуальным» [7].

В случае выбора из бесконечного числа альтернатив возможны два подхода, базирующиеся на теории нечетких множеств. Бесконечное число альтернатив возможно при наличии нескольких целей. Результатом является компромиссное решение, т. е. при первом подходе выбирают вариант решения, который из общего множества эффективных решений минимизирует отклонение от идеального решения, а в случае второго подхода, прежде всего, взвешиваются и агрегируются цели в линейную функцию, при помощи которой также выбираются компромиссные решения.



Рис.2.3. Схема выбора оптимальной альтернативы

На практике обычно проводится выбор из ограниченного числа альтернатив.

Оценка и выбор альтернатив определяется языками описания альтернатив. Сложилось три языка описания альтернатив: критериальный, бинарных отношений и функций выбора [7, 56].

*Критериальный язык* позволяет оценить результат действия каждой альтернативы критерием (конкретным числом), а затем провести сравнение этих критериев, наилучшей альтернативой является та, которая обладает наибольшими (наименьшими) значениями критерия. В зависимости от условий выбора выделяют однокритериальные и многокритериальные альтернативы, и соответственно – однокритериальные и многокритериальные задачи принятия решений. Как известно [12], при решении многокритериальных задач часто используют способ сведения многокритериальных к однокритериальной задаче.

Пусть  $a_i$  - некоторая альтернатива из множества  $A$ . Считается, что для всех  $a_i \in A$ , может быть задана функция  $Kr(a)$ , которая называется критерием и обладает следующим свойством: если альтернатива  $a_1$  предпочтительнее альтернативы  $a_2$  ( $a_1 > a_2$ ), то выполняется соотношение  $Kr(a_1) > Kr(a_2)$  и обратно.

Если выбор осуществляется в условиях определенности и заданный критерий  $Kr(a)$  численно выражает оценку этих последствий, то наилучшей альтернативой  $a^*$  является та, которая обладает наибольшим значением критерия:

$$a^* = \arg \{ \max Kr(a_i) \}, a_i \in A. \quad (2.4)$$

i

Задача отыскания  $a^*$  часто оказывается сложной для решения, поскольку метод ее решения определяется как характером множества  $A$ , так и характером критерия  $Kr(a)$ . Кроме этого, сложность возрастает еще и потому, что детализация альтернатив приводит к необходимости оценивать их по нескольким критериям, отличающимся друг

от друга. Если используются нескольких критериев  $Kr_i(a)$ ,  $i = 1, \dots, k$ ; интересен случай, когда во множестве  $A$  окажется одна наилучшая альтернатива  $a^*$ , обладающая наибольшими значениями всех  $k$  критериев. Однако на практике такие случаи почти не встречаются.

Наиболее употребительные способы решения многокритериальных задач:

- введение суперкритерия (скалярной функции векторного аргумента);
- выделение главного критерия (условия), а остальные рассматриваются как дополнительные, сопутствующие ему (задача нахождения условного экстремума);
- поиск  $A_i$  с заданными свойствами;
- множество Парето (отказ от выделения единственной оптимальной  $A_i$ ).

Все эти методы подробно рассматриваются в таких дисциплинах как «Исследование операций», «Математические методы в экономике» и др.

*Язык бинарных отношений* (лат. binarius – двойной). Оценка каждой альтернативы производится не отдельно, а в паре с другой альтернативой и делается вывод, какая из них предпочтительнее относительно другой, либо они равноценны, либо несравнимы. На практике такая оценка называется методом парных сравнений [42].

Допустим, имеем  $n$  альтернатив  $A_i$  ( $i=1-n$ ) и начинаем сравнивать их попарно, оставляя более предпочтительную и сравнивая ее со следующей, до тех пор, пока не останется одна (рис.2.4).

Основные предположения языка бинарных отношений сводятся к следующему:

- 1) отдельная альтернатива не оценивается, (критериальная функция не вводится);
- 2) для каждой пары альтернатив ( $a_i, a_j$ ) можно установить, что одна из них предпочтительнее другой, либо они равноценны или несравнимы;

3) отношение предпочтения внутри любой пары альтернатив не зависит от остальных альтернатив, предъявленных к выбору.

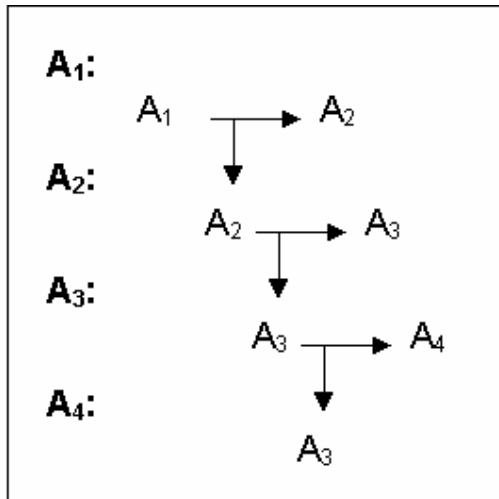


Рис.2.4. Схема осуществления парных сравнений

*Язык функций выбора* описывает выбор, как операцию над произвольным множеством альтернатив  $A_i$ , каждая из которых ставит этому множеству в соответствие некоторое его подмножество. Функция выбора применяется в ситуациях, когда предпочтение между двумя альтернативами зависит от остальных альтернатив, например, выбор «типичного», «среднего», «отличного» и др.

Последствия выбора могут быть точно известны (выбор в условиях определенности), иметь вероятностный характер, (выбор в условиях риска), или иметь неоднозначный исход (выбор в условиях неопределенности).

Ответственность за выбор может быть односторонней или многосторонней, (индивидуальный или групповой выбор).

Степень согласованности целей при многостороннем выборе включает в себя: *кооперативный*, компромиссный,

коалиционный, выбор в условиях нарастающего конфликта и в конфликтной ситуации и т. д.