

Глава 2. МОДЕЛИ ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

2.1. Сущность и значение моделирования процессов разработки управленческих решений

Модель (от лат. *modulus* — образец, изображение, образ) — это создаваемое человеком подобие реального объекта. Наиболее широко моделирование используют в технике, в автомобилестроении, в авиации, в космосе, в геодезии, в архитектуре и др.

Моделирование как метод исследования систем управления 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». *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».

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

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».

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».

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».

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.

В экономике и бизнесе создать физический аналог (модель) объекта управления крайне сложно, а чаще всего просто невозможно. Однако для оценки решений можно использовать не прямые аналоги — образцы исходного объекта, а описания, схемы, *расчетные математические соотношения*, которые аналитически, с помощью формул, связывают между собой его характеристики. Подобный подход ничем не отличается от традиционного моделирования, однако в качестве модели (образца) в этом случае выступает не физический аналог исходного объекта, а система математических соотношений.

Соотношения, устанавливающие взаимосвязь между характеристиками объекта управления и показателями эффективности (критериями), называют *математическими моделями*. В более широком понимании математическая модель — это приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.

Возможность применения и создания математических моделей в бизнесе во многом обусловлена тем, что большинство решений, как правило, можно связать с набором вполне определенных количественно измеримых величин, характеризующих как сам объект управления, так и внешнюю среду. Количественно измеримые величины и характеристики, с помощью которых лицо, принимающее решение, может осуществлять управление, называют *управляемыми переменными* или *переменными решения*. Факторы, влияющие на которые или изменять которые лицо, принимающее решение, не в состоянии (параметры внешней среды, некоторые параметры самого объекта управления), называют *неуправляемыми переменными* или *параметрами (ограничениями)*.

Схема так называемого «черного ящика», представленная на рис. 2.1-1, иллюстрирует идею построения математической модели для объектов управления. С помощью аналитических соотношений (формул, уравнений, систем уравнений) модель должна связывать «входы» (характеристики объекта управления и параметры внешней среды) с «выходами» - показателями эффективности (критериями).

При построении математической модели управленческая ситуация упрощается и схематизируется. Из множества факторов в нее включают наиболее важные и весомые, так чтобы существующие закономерности можно было описать с помощью математического аппарата. При этом «две опасности всегда подстерегают составителя модели: первая — утонуть в подробностях; вторая — слишком упростить явление».



Рис.2.1-1. Схема построения математической модели для объектов управления («черный ящик»).

Общих способов построения математических моделей не существует. В каждом конкретном случае модель строится исходя из целевой направленности операции с учетом требуемой точности решения, а также точности, с которой могут быть известны исходные данные.

Располагая математической моделью объекта управления, можно решать различные задачи: оценивать те или иные решения, проводить исследования «что будет, если...» и др. Большой интерес представляют задачи, связанные с отысканием наилучшего из возможных решений, которые называют задачами оптимизации.

Выбор критериев (показателей эффективности) и принципов оптимизации (максимизировать или минимизировать критерий) — прерогатива лица, принимающего решение. Определяющим фактором при этом всегда является цель. Выбор критерия позволяет найти ответ и на второй вопрос, а именно: определить и отобрать те характеристики объекта управления, с помощью которых (изменяя которые) лицо, принимающее решение, может управлять процессом. Такие характеристики, как было отмечено ранее, называют управляемыми переменными или переменными решения.

Для оценки количественного влияния управляемых переменных на критерий необходимо либо иметь, либо создать математическую модель объекта управления (2.1-1), т.е. получить аналитические соотношения (формулы). Если критерий оптимальности обозначить через Z , а переменные решения — через $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ то взаимосвязь между критерием и управляемыми переменными можно символически представить как некую функцию

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.1-1)$$

которую в задачах оптимизации принято называть целевой функцией. Такие модели называют моделями принятия решения.

Вопрос о том, в каких пределах можно варьировать (изменять) управляемые переменные для достижения наилучшего результата, во многом определяется тем, насколько лицо, принимающее решение, свободно или ограничено в выборе переменных $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

В большинстве задач оптимизации, как правило, присутствуют ограничения, накладываемые на управляемые переменные. Если эти ограничения удастся записать в аналитическом виде, то помимо целевой функции задача оптимизации будет содержать совокупность ограничений, которую также можно представить как систему неких математических соотношений.

Вид ограничивающих соотношений (тип функциональной связи, их запись в виде уравнений либо неравенств) зависит от решаемой задачи и в каждом конкретном случае различен. Принципиальным является то, что любые ограничения снижают возможности выбора и, следовательно, число возможных решений.

В связи с этим в задачах оптимизации широко используют понятие области допустимых решений (ОДР), т.е. области, выделяемой из множества всех значений управляемых переменных, только внутри которой и допустим поиск оптимального решения $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Очевидно, что область допустимых решений полностью определяется системой ограничений.

Таким образом, математически задача оптимизации в самом общем виде формулируется следующим образом: требуется найти такой набор значений для переменных решения $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}^*$, который обращает критерий оптимальности Z в \max (\min) при условии, что $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}^*$ удовлетворяет заданной системе ограничений.

Запись целевой функции в совокупности с условием оптимизации (максимизация или минимизация) и системой ограничений называют моделью оптимизации.

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 вышеназванных 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 исключаемыми

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.

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, которая для задачи принятия решений имеет вид:

$$\langle S_0, T, R | S, Z, Y, f, K \rangle, \quad (2.1-2)$$

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; $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_k)$ – множество целей, которые необходимо достичь в результате устранения проблемной ситуации S_0 ; $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ – множество возможных решений; $f = f(S, Y, Z)$ – 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 Z_i функция $f(S_j, Y_i, Z_i)$ определяет полезность решения Y_i в ситуации S_j для достижения цели Z_i .

В выражении (2.1-2) 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.

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: статистические (вероятностные), имитационные, сетевые, линейного и математического программирования, теории очередей (массового обслуживания), запасов и др.

2.2. Виды моделей теории принятия решений

В теории принятия решений выделяют несколько подходов, которые называют моделями принятия решений (рис.2.2-1), к ним относят следующие виды моделей: нормативная (классическая), дескриптивная (описательная), модель Карнеги, модель инкрементального процесса принятия решений, модель «мусорной корзины» и др.



Рис.2.2-1. Модели (подходы) принятия решений.