

путем перебора всех возможных сочетаний этих значений. Впервые морфологический анализ был использован для решения технических задач в 1942 г., когда швейцарский астроном Ф. Цвикки начал разрабатывать ракетные двигатели в фирме «Аэроджеин инжиниринг корпорейшн».

Построение морфологических матриц позволяет быстрее и точнее ориентироваться в многообразии понятий и факторов. Классифицирование — один из важнейших элементов творческой деятельности.

При использовании данного метода исследования объект необходимо разбить на функциональные части (функционально-морфологические признаки), такие, без которых объект не будет выполнять свои функции. Затем следует выписать отдельно морфологические признаки и записать информацию о них (варианты осуществления) без связи с объектом (изделием), т.е. применить морфологические признаки к другим аналогичным изделиям. Анализ полученных вариантов выявляет такие их комбинации, которые при обычном переборе могут быть упущены.

3.4. Методы, применяемые на этапе оценки и выбора альтернатив

Сущность анализа 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. 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), или приемлемой, удовлетворительной 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*, а альтернативу, достигающую экстремума критерия, называют оптимальной стратегией (рис.3.5-1).

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.



Рис.3.4-1 Схема выбора оптимальной альтернативы

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

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.

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.

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. 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:

$$a^* = \arg\{\max_i Kr(a_i)\}, a_i \in A \quad (3.4-1)$$

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.

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.3.4-2).

альтернатив, например, выбор «типичного», «среднего», «отличного» и др.

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.

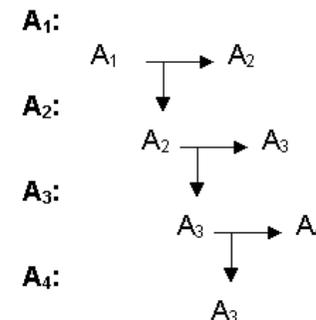


Рис.3.4-2. Схема осуществления парных сравнений

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. 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.

Среда решения

Решения в бизнесе обычно требуют выбора между различными стратегиями. Часто такой выбор производится в условиях таких сред, которые либо принимают решение, контролируют слабо или не контролируют вовсе. Используют основной термин «сущность изменения» для обозначения подобных условий.

Решения, тем самым, прямо зависят от знания лицом, принимающим решение, сущности явления и того, как каждая из рассматриваемых стратегий может быть реализована при определенном состоянии этой сущности. Состояния знания лица, принимающего решение, могут быть классифицированы как состояния определенности, риска, неопределенности.

Различия между определенностью, риском и неопределенностью отражают различия в степени знания лица, принимающего решение. Если представить состояние его знания как линию спектра, то на одном ее конце будет определенность (полное знание), а на другом - неопределенность (полное отсутствие знания). Риск (частичное знание) будет лежать между ними. Положение на линии спектра будет отражать имеющуюся степень определенности (или неопределенности).

Концепция определенности

Определенность понимается как такое состояние знания, которое лицо, принимающее решение, заранее знает конкретный исход для каждой альтернативы. Иначе говоря, лицо, принимающее решение, обладает исчерпывающим знанием состояния среды и результатов каждого возможного решения.

Насколько реалистична такая концепция? На первый взгляд, она кажется далекой от практики и поэтому имеющей только академический интерес. На деле, однако, справедливо обратное. Существует множество краткосрочных ситуаций, когда лицо, принимающее решение, располагает исчерпывающим знанием. Многие решения в области бизнеса требуют только знания текущих цен и величины спроса, которые могут быть определены с достаточной степенью точности в ближайшей перспективе. В условиях определенности принимается большая часть решений в задачах по теории вероятностей, рассматриваемых экономической и бихевиористской наукой. Определенность имеет место в большинстве арифметических и алгебраических задач, а также во многих моделях линейного и нелинейного программирования. Такие модели используются для поиска варианта распределения ресурсов, дающего наибольшую отдачу по определенному показателю (такому, как прибыль или стоимость) или наименьшему значению некоторого другого критерия (такого, как затраты) в условиях заданных ограничений.

На деле, однако, только немного может оставаться определенным в достаточно большом, временном интервале. Исходы Долгосрочных инвестиций только за редким исключением могут быть предсказаны с достаточной точностью, если мы представим себе то большое количество динамических взаимодействий неизвестных переменных, с которыми ЛППР встречаются в реальной экономической ситуации. К этим переменным относятся внутренняя и международная конкуренция, изменения в политической обстановке, научно-технические достижения, а также быстроменяющиеся вкусы потребителей. Таким образом, стратегические решения принимаются в условиях, весьма далеких от полного знания. Соответственно, они принимаются в условиях либо риска, либо неопределенности.

Выработка решения в условиях определенности: оптимизационный анализ.

В условиях определенности лицо, принимающее решение, знает все о возможных состояниях сущности явлений, влияющих на решение, и знает, какое решение будет принято. Лицо, принимающее решение, просто выбирает стратегию, направление действий или проект, которые дадут максимальную отдачу. В общем случае выработка решений в условиях определенности направлена на поиск максимальной отдачи либо в виде максимизации выгоды (дохода, прибыли или полезности), либо минимизации затрат. Такой поиск называется оптимизационным анализом. Три метода оптимизации, используются лицом, принимающим решение: предельный анализ, линейное программирование и приростный анализ прибыли.

Предельный анализ. В условиях определенности доходы и затраты будут известны для любого уровня производства и продаж. Задача состоит в том, чтобы

найти их оптимальное соотношение, позволяющее максимизировать прибыль. Предельный анализ позволяет сделать это. В нем используются концепции предельных затрат и предельного дохода. Предельный доход (MR) определяется как дополнительный доход (изменение общего дохода), получаемый от продажи дополнительной единицы продукта. Графически он выражается наклоном кривой общего дохода (TR). Предельные затраты (MC) определяются как дополнительные затраты (изменение величины общих затрат) на приобретение или производство дополнительной единицы продукции. Графически они выражаются наклоном кривой общих затрат (TC). Мы должны также отметить следующее.

1. При уровнях производства Q_1 и Q_4 TR в точности равно TC , так что прибыль равна нулю. Объем производства меньше Q_1 или больше Q_4 ведет к убыткам (т.е. характеризуется отрицательной прибылью).
 2. При уровнях производства больше Q_1 или меньше Q_4 — прибыль положительная.
 3. Предельный анализ показывает, что до тех пор, пока MR превышает MC , производство и продажа дополнительной единицы продукции будут повышать прибыль. Прибыль, соответственно, максимизируется при том уровне производства, при котором $MR = MC$.
- Равенство $MR = MC$ верно при Q_3 . При этом уровне производства, если мы проведем одну касательную для кривой TC , а другую — для кривой MC , то мы увидим, что они будут параллельны, т.е. наклоны обеих кривых будут равны между собой. Это означает, что при уровне производства, равном Q_3 , $MR = MC$. При таком уровне производства наклон функции прибыли, или предельная прибыль (MP), будет равна нулю.

Приростный анализ. Предельный анализ имеет дело с изменениями значений взаимосвязанных, но неизменных функций. В реальном мире, однако, функции спроса, дохода, производства и затрат не могут быть известны достаточно точно и подвергаются изменениям. Тем не менее, эти задачи могут быть решены методом приростного анализа прибыли, развивающим концепцию предельного анализа применительно к более широким практическим задачам.

Приростный анализ прибыли оперирует с любыми и всеми изменениями в доходах, затратах и прибылях, явившимися следствием определенного решения. Таким образом, концепция приростного анализа охватывает изменения как самих функций, так и их значений. Основное правило решения состоит в том, чтобы принять любое предложение, повышающее прибыль, или отвергнуть любое предложение, ее уменьшающее.

Поскольку в приростном решении рассматривается только переменные, подвергающиеся изменениям, постоянные слагающие затрат (такие, как страхование и обесценение денег) не рассматриваются. Таким образом, приростные решения относятся к краткосрочной концепции. К сожалению, многие управляющие не используют приростные термины; напротив, они принимают решения исходя из средних значений общих затрат, включая в них постоянные и переменные слагающие (полностью распределенные затраты). Почти всегда крат-

косрочные решения, основанные на средних значениях полностью распределенных затрат, неверны, если целью фирмы будет максимизация прибыли.

Линейное программирование. Модели линейного программирования отличаются наглядностью и относительной простотой. Их использование во многих практически важных задачах, связанных с принятием решений, оказалось высокоэффективным, в связи с чем они получили довольно широкое распространение. К числу наиболее известных задач линейного программирования относятся:

- задачи о распределении ограниченных ресурсов (задачи оптимального планирования);
- задачи об оптимальной корзине продуктов (задачи о диете, задачи оптимального смешения);
- задачи оптимального раскроя (материалов, заготовок);
- транспортные задачи;
- задачи о назначениях;
- задачи оптимизации финансовых потоков;
- задачи оптимизации графиков платежей.

Предприятие может выпускать n видов продукции P_1, P_2, \dots, P_n , располагая для этого m различными ресурсами R_1, R_2, \dots, R_m в количествах b_1, b_2, \dots, b_m соответственно. Известно, что для выпуска единицы продукции P_j необходимо затратить a_{ij} единиц ресурса R_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$. Кроме того, известен доход от продажи единицы каждого вида продукции — c_1, c_2, \dots, c_n соответственно, где c_j — стоимость единицы продукта P_j например 1 штуки, 1 тонны и т.п.

Требуется так спланировать производственную программу — объемы выпуска каждого вида продукции (в штуках, тоннах и т.п.), — чтобы максимизировать доход предприятия.

Требуется найти совокупность значений $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, обращающих в максимум целевую функцию

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

При условии, что переменные $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ удовлетворяют системе ограничений:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0. \quad (3.4.2)$$

Концепция риска

Риск определяется как состояние знания, когда известны один или несколько исходов по каждой альтернативе и когда вероятность реализации каждого исхода достоверно известна лицу, принимающему решение. В условиях риска лицо, принимающее решение, обладает неким объективным знанием среды дейст-

вий и способно объективно прогнозировать вероятную сущность явлений и исход или отдачу по каждой из возможных стратегий.

Выработка решения в условиях риска

Условия риска и неопределенности характеризуются так называемыми условиями многозначных ожиданий будущей ситуации во внешней среде. В этом случае ЛПР должен сделать выбор альтернативы (A_i), не имея точного представления о факторах внешней среды и их влияния на результат. В этих условиях исход, результат каждой альтернативы представляет собой функцию условий – факторов внешней среды (функцию полезности), который не всегда способен предвидеть ЛПР. Для предоставления и анализа результатов выбранных альтернативных стратегий используют матрицу решений, называемую также платежной матрицей. Пример матрицы решений приведен в таблице 3.4-1

Таблица 3.4-1

Матрица решений.

Альтернативы	Состояние экономики			
	S_1	S_2	S_3	...
A_1	E_{11}	E_{12}	E_{13}	...
A_2	E_{21}	E_{22}	E_{23}	...
A_3	E_{31}	E_{32}	E_{33}	...
...

A_1, A_2, A_3 – альтернативные стратегии действий; S_1, S_2, S_3 – состояние экономики (стабильность, спад, рост и др.); $E_{11}; E_{12}; E_{13}; E_{21}; \dots E_{33}; \dots$ – результаты решений.

Числа в ячейках матрицы представляют собой результаты реализации E_{ij} стратегии A_i в условиях S_j . При этом, в условиях риска вероятность наступления S_j известна, а в условиях неопределенности эта вероятность может быть определена субъективно, в зависимости от того какой информацией располагает ЛПР. Методы принятия решений в условиях риска используют теорию выбора, получившую название теории полезности. В соответствии с этой теорией, ЛПР выбирает A_i из совокупности A_i ($i = 1 \dots n$), если она максимизирует ожидаемую стоимость его функции полезности Y_{ij} .

В условиях риска при принятии решения основным моментом является определение вероятности наступления состояния среды S_j , т. е. степени риска.

После определения вероятности наступления состояния среды S_j , определяют ожидаемую стоимость реализации каждой альтернативы, которая представляет собой средневзвешенную стоимость $E(x)$:

$$E(x) = P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_nx_n = \sum P_i x_i, \quad (3.4.3)$$

где x_i – результат реализации A_i ; P_i – вероятность реализации A_i в условиях S_j

Оптимальной стратегией является та, которая обеспечивает наибольшую ожидаемую стоимость.

$$E(x) = \sum P_i x_i \Rightarrow \max \quad (3.4.4)$$

при $\sum P_i = 1$.

При принятии решений в условиях риска после определения предполагаемой стоимости $E(x)$ и степени риска v встает проблема определения компромисса между риском и прибылью. Как правило, получение больших доходов сопровождается более высокими значениями степени риска, поэтому решения ЛПР будут зависеть не только от расчета показателей $E(x) = \sum P_i x_i$, но и от финансового состояния предприятия. Экономическая теория разработала так называемые кривые рыночного безразличия описывающие необходимую прибыль (доход) как функцию риска. Но на практике они мало применимы из-за высокой степени абстракции.

Следующий метод, применяемый для принятия решений в условиях риска, носит название дерева решений. Его применяют тогда, когда необходимо принимать последовательный ряд решений. Дерево решений – графический метод, позволяющий увязать точки принятия решения, возможные стратегии A_i , их последствия Y_{ij} с возможными факторами, условиями внешней среды. Построение дерева решений начинается с более раннего решения, затем изображаются возможные действия и последствия каждого действия (событие), затем снова принимается решение (выбор направления действия) и т. д., до тех пор, пока все логические последствия результатов не будут исчерпаны.

Концепция неопределенности

Неопределенность – это такое состояние знания, когда одна или более альтернатив имеют ряд возможных исходов, вероятность которых либо неизвестна, либо не имеет смысла. Поэтому, в отличие от риска неопределенность будет субъективным явлением. Два наблюдателя, рассматривающих определенную ситуацию, никогда не смогут одинаково сформулировать ее количественные характеристики. Это происходит не только потому, что они обладают различными уровнями знаний, но и потому, что они имеют различные темпераменты и подходы. Неопределенность часто бывает обусловлена быстрыми изменениями структурных переменных и явлений рынка, определяющих экономическую и социальную среду действия фирмы.

Выбор наилучшего решения в условиях неопределенности существенно зависит от того, какова степень этой неопределенности, т.е. от того, какой информацией располагает ЛПР.

Поскольку предположения являются субъективными, постольку должны различаться степени неопределенности со стороны лица, принимающего решение.

Практикуются два основных подхода к принятию решения в условиях неопределенности.

Лицо, принимающее решение, может использовать имеющуюся у него информацию и свои собственные личные суждения, а также опыт для идентификации и определения субъективных вероятностей возможных внешних условий, а также оценки вытекающих в результате отдачи для каждой имеющейся стратегии в каждом внешнем условии. Это, в сущности, делает условия неопределен-

ности аналогичными условиям риска, а процедура принятия решения, обсуждавшаяся ранее для условий риска, выполняется и в этом случае.

Если степень неопределенности слишком высока, то лицо; принимающее решение, предпочитает не делать допущений относительно вероятностей различных внешних условий, т.е. Это лицо может или не учитывать вероятности, или рассматривать их как равные, что практически одно и то же. Если применяется данный подход, то для оценки предполагаемых стратегий имеются четыре критерия решения:

а) критерия решения Вальда, называемый также максимином;

б) альфа-критерий решения Гурвица;

в) критерий решений Сэйвиджа, называемый также критерием отказа от минимакса;

г) критерий решений Лапласа, называемый также критерием решения Бэйеса. Пожалуй, наиболее трудная задача для лица, принимающего решение, заключается в выборе конкретного критерия, наиболее подходящего для решения предложенной задачи. Выбор критерия должен быть логичным при данных обстоятельствах. Кроме того, при выборе критерия должны учитываться философия, темперамент и взгляды нынешнего руководства фирмы (оптимистические или пессимистические; консервативные или прогрессивные).

Критерий решения Вальда

Критерием Вальда «рассчитывай на худшее» (*критерий* крайнего пессимизма) называют критерий, предписывающий обеспечить значение параметра эффекта равного α

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (3.4.5)$$

Этот критерий ориентирует лицо, принимающее решение, на наихудшие условия и рекомендует выбрать ту стратегию, для которой выигрыш максимален. В других, более благоприятных условиях использование этого критерия приводит к потере эффективности системы или операции.

Критерий решения Сэйвиджа

Минимаксный *критерий* Сэйвиджа. В соответствии с этим критерием, если требуется в любых условиях избежать большого риска, то оптимальным будет то решение, для которого риск, максимальный при различных вариантах условий, окажется минимальным.

Критерий *минимаксного* риска Сэйвиджа. При его использовании обеспечивается наименьшее значение максимальной величины риска:

$$S = \min_i \max_j r_{ij}. \quad (3.4.6)$$

где риск r_{ij} определяется выражением: $r_{ij} = \beta_j - \alpha_{ij}$, β - максимально возможный выигрыш.

Критерий Сэвиджа, как и критерий Вальда, - это критерий крайнего пессимизма, но только пессимизм здесь проявляется в том, что минимизируется максимальная потеря в выигрыше, по сравнению с тем, чего можно было бы достичь в данных условиях.

Альфа-критерий решения Гурвица

Этот критерий рекомендует при выборе решения в условиях *неопределенности* не руководствоваться ни крайним пессимизмом (всегда «рассчитывай на худшее»), ни оптимизмом («все будет наилучшим образом»). Рекомендуется некое среднее решение. Этот критерий имеет вид

$$H = \max_i [h \min_j a_{ij} + (1-h) \max_j a_{ij}], \quad (3.4.7)$$

где h - некий коэффициент, выбираемый экспериментально из интервала между 0 и 1.

Использование этого коэффициента вносит дополнительный субъективизм в принятие решений с использованием критерия Гурвица.

Критерий решения Лапласа

Критерий *Лапласа* или Байесов критерий, который гласит, что если вероятность состояния среды неизвестна, то они должны приниматься как равные. В этом случае выбирается стратегия, характеризующаяся самой предполагаемой стоимостью при условии равных вероятностей. Критерий Лапласа позволяет условие неопределенности сводить к условиям риска. Критерий Лапласа называют критерием рациональности, и он подходит для стратегических долгосрочных решений, как и все вышеназванные критерии.

Кроме вышеназванных четырех критериев для принятия решений в условиях *неопределенности* существуют неколичественные методы, такие как приобретение дополнительной информации, хеджирование, гибкое инвестирование и др.

Методы оценки и выбора альтернатив состоят из методов экспертных оценок и критериальных методов.

Метод экспертного оценивания относится к инструментарию количественной оценки качества альтернатив в условиях слабоформализуемой проблемной ситуации.

Экспертные оценки — это качественные оценки, основанные на информации неколичественного (качественного) характера, которые могут быть получены только с помощью специалистов — экспертов. Эксперт — это высококвалифицированный специалист, полагающийся на свои знания, опыт, интуицию и умение оценивать сложные факторы (явления) и способный создать собственную обоснованную (интуитивную) модель анализируемого явления (проблемы), если он располагает необходимой для этого исходной информацией. Сущность *метода экспертных оценок* заключается в логико-интуитивном анализе внутренней и внешней среды организации, разработке альтернатив и ко-

личественной оценке их качества. Обобщенное мнение экспертов служит основанием для осуществления выбора.

Комплексное использование интуитивного и логического мышления, а также формальной обработки количественно выраженных суждений экспертов позволяет получить показатели качества альтернатив при решении слабоформализуемых задач выбора. Эксперты при этом выступают в роли «измерительных приборов», позволяющих определить их относительную погрешность (по разбросу суждений) и оценки, интерпретация которых дает требуемый результат. Методом экспертного оценивания решаются следующие типовые задачи:

- определение состава возможных событий в какой-либо системе в определенном интервале времени;
- определение вероятностей событий и временных интервалов во множестве событий;
- структурирование проблемного поля организации и определение приоритетности решения проблем;
- дифференциация целей управления до задач и определение приоритетности их решения;
- генерирование альтернатив;
- фильтрация множества альтернатив и оценка их предпочтительности.

Экспертные суждения — содержательные высказывания (определяющие состав, структуру, функциональность исследуемой системы, сущностей и их атрибутов), количественная или качественная оценка какой-либо *сущности* (т.е. определение количественных и качественных атрибутов и их значений).

Экспертное ранжирование. Ранжирование применяется в случаях, когда невозможна или нецелесообразна непосредственная оценка. При этом «ранжирование объектов содержит лишь информацию о том, какой из них более предпочтителен, и не содержит информации о том, насколько или во сколько раз один объект предпочтительнее другого.

Ранг — степень отличия по какому-либо признаку, а *ранжирование* — процесс определения рангов, относительных количественных оценок степеней отличий по качественным признакам.

Используются следующие методы ранжирования: метод простой ранжировки; метод непосредственной оценки; метод парных сравнений и др.

Метод простой ранжировки. Заключается в том, что эксперты располагают объектами ранжирования (например, критерии) в порядке убывания их значимости (скажем, для альтернатив это убывание предпочтительности). Ранги обозначаются цифрами от 1 до n , где n — количество рангов. Сумма рангов S_n при этом будет равна сумме чисел натурального ряда:

$$S_n = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Например, при $n = 6$ последовательность рангов альтернатив A_i ($i=1-6$) может выглядеть следующим образом: 2, 4, 1, 3, 6, 5. Это означает, что ранг альтернативы A_3 равен единице ($R_{A_3} = 1$) и она наиболее предпочтительна из всех шести (наименее предпочтительна альтернатива A_5 так как $R_{A_5} = 6$).

При ранжировании n объектов m экспертами ранжирование производят следующим образом:

- каждый j -й эксперт ($j=1-m$) выносит суждения о ранге R_{Ai}^j каждого i -го объекта ($i=1-n$);
- для каждого i -го объекта ($i=1-n$) подсчитывают сумму рангов, полученных от всех экспертов, т.е.

$$S_i^m = \sum_{j=1}^m R_{Ai}^j$$

где R_{Ai}^j — суждение j -го эксперта о ранге i -го объекта; $i=1-n$; $j=1-m$; S_i — результирующий ранг i -го объекта;

- определяют ранги объектов (от 1 до n), от наименьшего до наибольшего результирующего ранга.

Метод непосредственной оценки заключается в отнесении объекта оценки к определенному значению по оценочной шкале (т.е. в присвоении объекту оценки балла в определенном интервале), например, от 0 до 10 — в соответствии с предпочтением по какому-либо признаку или их группе (альтернативы, например, по предпочтению; критерии — по значимости; факторы внешней среды — по оказываемому влиянию; проблемы — по приоритетности решения).

Метод парных сравнений заключается в определении предпочтений элементов, расположенных в левом столбце, над элементами, расположенными в верхней строке. При этом составляется матрица, по строкам и столбцам которой располагают сравниваемые объекты (табл.34.4-1).

Таблица 3.4-1.

Матрица парных сравнений для четырех объектов.

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Ранг
A ₁	---	1 (A _{1,2})	0	1	2
A ₂	0 (A _{2,1})	---	0	1	1
A ₃	1	1	---	1	3
A ₄	0	0	0	---	0

В ячейке A_{1,2} вписана единица, это означает, что элемент A₁ получает большую оценку, чем элемент A₂. Соответственно в ячейке A_{2,1} пишут 0, а в ячейке A_{1,4} вписана 1, и затем, суммируя значения по строкам, получают ранги объектов.

Критериальные методы. Критерий (от греч. *criterion* – средство для суждения; признак, на основании которого производится оценка; мерило, суждение) – это способ описания альтернативных вариантов решений, способ выражения различий между ними (альтернативами) с точки зрения предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР). Количественные критерии, позволяющие оценивать результаты принимаемых решений, принято называть критериями эффективности. Каждое решение приводит к определенному результату (исходу), последствия которого оцениваются по критериям (оценочным критериям). Поэтому критериями называют показатели, характеризующие общую ценность решений таким образом, что у ЛПР имеется стремление получить по ним наиболее предпочтительные (или лучшие) оценки (см. п. 3.5).

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. Наиболее удобный для анализа те альтернативы, в которых мерилем эффективности является единственный количественный критерий (доход, прибыль, издержки и т.д.). Единственный критерий, используемый для оценки альтернатив, называют скалярным, а совокупность критериев, характеризующих альтернативы, называют векторным критерием. Задачи оценки эффективности решений одновременно по нескольким критериям называют многокритериальными. В многокритериальных задачах появляются вопросы: Как формализовать задачу? Как согласовать противоречивые стремления? Как принять решение? Основные проблемы методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив состоят в следующем: как получить оценки по отдельным критериям и как агрегировать эти оценки в общую оценку полезности альтернативы. Многочисленные методы принятия решений при многих критериях различаются способом перехода к единой оценке полезности альтернатив. Среди этих методов можно выделить: прямые методы, методы порогов несравнимости, методы компенсации и др. Ниже представлены наиболее часто используемые методы многокритериальной оценки альтернатив.

Прямые методы. Примерный алгоритм многокритериальной оценки альтернатив следующий:

- определить критерий оценки альтернатив;
- ранжировать критерий по важности;
- отбросить маловажные критерии;
- назначить числа, соответствующие относительной важности критериев;
- нормировать коэффициенты (w_i) по важности из условия:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1.$$

где w_i – вес i -го критерия, назначаемый ЛПР;

- произвести предварительное отсеивание альтернатив по качеству (на шкалах критериев определяется индекс качества);
- определить функции U полезности для каждого из критериев

$$U = \sum_{i=1}^N \left[\frac{x_i - x_i^*}{x_i^*} \right]^2,$$

- определить полезность каждой из альтернатив по формуле:

$$U = \sum_{i=1}^N w_i U_i,$$

Методы порогов несравнимости. Данные методы предложены впервые профессором Б. Руа во Франции. Суть методов в следующем: решают оптимизационную задачу с одним первым критерием, считая, что других критериев нет. Затем решают задачу с одним вторым критерием и т.д. После выявления экстремальных уровней, которые достижимы по каждому критерию в отдельности, для каждого критерия, начиная с наиболее важного, задается порог, который не должен нарушаться. Условие нерушимости порога считают ограничением, затем добавляют ограничения по порогу второго критерия и т.д. Связь между любой парой альтернатив определяется последовательностью бинарных отношений. Сильным бинарным отношением соответствуют большие требования к превосходству одной альтернативы над другой. Более слабые бинарные отношения определяют условия при которых, не смотря на противоречивую оценку, одну альтернативу определяют как лучшую по сравнению с другой. Бинарные отношения превосходства задаются уровнями индексов согласия и несогласия, что позволяет выделить ядро, в которое входят доминирующие и несравнимые элементы. После выделения ядра (множество Парето) его элементы являются несравнимыми (временно). Затем задается ряд следующих бинарных отношений (по второму, третьему и т.д. критерию). В качестве решения считаются элементы (альтернативы) последнего ядра.

3.5. Методы реализации решения и оценки результата

К методам реализации управленческих решений относятся методы планирования, организации и контроля выполнения решений (рис.3.5-1).

Методы планирования. При подготовке плана реализации управленческого решения необходимо определить: исполнителей, сроки, отводимые на разработку и реализацию решений, составить инструкции, для лиц, занимающихся реализацией решения; схему взаимодействия иерархических уровней в организации при решении поставленных задач, механизмы контроля исполнения решения, систему мотивации (стимулирования) задействованных исполнителей.

Составление плана реализации решения предполагает получение ответа на вопросы «что, кому и с кем, как, где и когда делать?» Ответы на эти вопросы должны быть документально оформлены. Основными методами, применяемыми при составлении плана реализации управленческих решений, являются разделение обязанностей и сетевое моделирование.