

### 3.3. Экспертные методы системного анализа

Методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов (МАИС), называют также *экспертными методами системного анализа* (см. рис. 2.2).

#### 3.3.1. Методы типа «мозговой атаки» или «коллективная генерация идей»

Концепция «мозговая атака» (автор метода А. Осборн (США)) получила широкое распространение с начала 50-х годов XX века как метод тренировки мышления, направленный на открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления. Методы этого типа известны также под названиями «мозговой штурм», «конференция идей», «коллективная генерация идей» [2, 5, 7].

Обычно при проведении сессий коллективной генерации идей стараются выполнять определенные *правила*, суть которых:

- обеспечить как можно большую свободу мышления участников и высказывания ими новых идей;
- приветствовать любые идеи, даже если вначале они кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей производится позднее);
- не допускать критики любой идеи, не объявлять ее ложной и не прекращать обсуждение;
- желательно высказывать как можно больше идей, особенно нетривиальных.

*Гипотеза* заключается в предположении, что среди большого числа идей имеются, по меньшей мере, несколько хороших.

Метод «мозгового штурма» применяется при поиске решений в различных областях человеческой деятельности при недостатке информации; успешно применяется в области управления, бизнеса, экономики и др. Не утратил он значения и для коллективного решения изобретательских задач в различных областях техники, и в процессе обучения (для тренинга начинающих изобретателей).

Недостатки метода (и всех его разновидностей):

- огромное количество идей еще не гарантирует появления «гениальной идеи»;
- ввиду отсутствия аналитического этапа мозговой штурм вырабатывает яркие, оригинальные идеи, но не всегда стратегически правильные решения;
- предназначен для решения относительно простых задач.

Достоинства метода:

- легкость освоения и простота в обращении;
- незначительные затраты времени на проведение;
- универсальность метода.

### 3.3.2. Методы типа «сценариев»

Метод подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили название *сценария* [2, 5, 7].

Первоначально это метод предлагал подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, развернутые во времени. Однако требование временных координат позднее было снято, и *сценарием* стал называться любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы и предложения по ее решению или по развитию системы, независимо от того, в какой форме он представлен.

На практике по типу сценариев разрабатывались прогнозы в отраслях промышленности.

Роль специалистов по системному анализу при подготовке сценария –

- a) помочь привлекаемым ведущим специалистам соответствующих областей знаний выявить общие закономерности развития системы;
- b) проанализировать внутренние и внешние факторы, влияющие на ее развитие и формулирование целей;
- c) провести анализ высказываний ведущих специалистов в периодической печати, научных публикациях и других источниках научно-технической информации;
- d) создать вспомогательные информационные фонды, способствующие решению соответствующей проблемы.

В последнее время понятие сценария расширяется в направлении как областей применения, так и форм представления методов их разработки: в сценарии вводятся количественные параметры и устанавливаются их взаимозависимости, предполагаются методики подготовки сценария с использованием ЭВМ, методики целевого управления подготовкой сценария.

### 3.3.3. Методы типа «Дельфи»

*Метод Дельфи* (предложен О. Хелмером) – итеративная процедура при проведении мозговой атаки, которая должна снизить влияние психологических факторов при проведении обсуждений проблемы и повысить объективность результатов [2, 5, 7]. В отличие от традиционных методов экспертной оценки метод Дельфи предполагает полный отказ от коллективных обсуждений.

Почти одновременно Дельфи-процедуры стали средством повышения объективности экспертных опросов с использованием количественных оценок при сравнительном анализе составляющих *деревьев целей* и при разработке *сценариев*.

Основные средства повышения объективности результатов при применении метода Дельфи – *использование обратной связи*, ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура опроса и учет этих результатов при оценке значимости мнений экспертов.

Процедура Дельфи-метода заключается в следующем:

- 1) организуется последовательность циклов «мозговой атаки»;
- 2) разрабатывается программа последовательных индивидуальных опросов с помощью вопросников, исключающая контакты между экспертами, но предусматривающая ознакомление их с мнениями друг друга между турами; вопросники от тура к туру могут уточняться;
- 3) в наиболее развитых методиках экспертам присваиваются весовые коэффициенты значимости их мнений, вычисляемые на основе предшествующих опросов, уточняемые от тура к туру и учитываемые при получении обобщенных результатов оценок.

Достоинства метода:

- метод Дельфи способствует выработке независимости мышления членов группы;
- обеспечивает спокойное и объективное изучение проблем, которые требуют оценки.

Недостатки метода:

- чрезмерная субъективность оценок;
- требует достаточно много времени на проведение экспертизы и организационных усилий.

### 3.3.4. Методы структуризации

*Методы (методики) структуризации* – принципы и приемы расчленения сложных систем с большой неопределенностью на более обозримые части (подсистемы, компоненты, процессы), лучше поддающиеся исследованию [5, 7].

«Дерево целей» – вид структуры целей. Термин был введен У. Черчменом, который предложил *метод дерева целей* в связи с проблемами принятия решений в промышленности.

Термин «дерево» подразумевает формирование иерархической структуры, получаемой путем расчленения общей цели на подцели, а их – на более детальные составляющие, для наименования которых в конкретных приложениях используют разные названия: *направления, проблемы, программы, задачи*, а начиная с некоторого уровня – *функции*.

Такая процедура получила в последующем название *структуризации* цели.

Термин «дерево целей» в конкретных приложениях заменяют более удобным для этих приложений терминами: в ситуациях принятия решений применяют термин «дерево решений»; при выявлении и уточнении функций системы управления говорят о «дереве целей и функций»; при структуризации тематики научно-исследовательской организации пользуются термином «дерево проблемы», а при разработке прогнозов – «прогнозный граф».

Поэтому в настоящее время более распространено понятие – методы *типа* «дерева целей».

Метод «дерево целей» ориентирован на получение полной и относительно устойчивой структуры целей, проблем, направлений, т. е. такой структуры, которая на протяжении какого-то периода времени мало изменялась бы при неизбежных изменениях, происходящих в любой развивающейся системе.

### **3.3.5. Морфологические методы**

Термин *морфология* в биологии и языкознании определяет учение о внутренней структуре исследуемых систем (организмов, языков) или сама внутренняя структура этих систем.

Методы морфологического анализа сложных проблем были разработаны швейцарским астрономом (венгром по происхождению) Ф. Цвикки.

В дальнейшем Ф. Цвикки создал еще несколько методов: систематического покрытия поля; отрицания и конструирования; экстремальных ситуаций; сопоставления совершенного с дефектным и метод обобщения. Но все эти методы могут рассматриваться как дополнения к морфологическому ящику, наиболее универсальному и перспективному методу, основанному на морфологическом подходе.

Основная идея морфологических методов состоит в систематическом переборе всех мыслимых вариантов решения проблемы или развития системы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков [2, 5].

*Метод морфологического ящика* основан на формировании и анализе морфологической таблицы – морфологического ящика. Построение и исследование морфологического ящика по Цвикки проводится в пять этапов:

- 1) точная формулировка проблемы;
- 2) определение всех параметров, которые бы могли войти в решение заданной проблемы;
- 3) конструирование морфологического ящика или многомерной матрицы, содержащей все решения заданной проблемы;
- 4) оценка и анализ с точки зрения целей, которые должны быть достигнуты, всех решений, содержащихся в морфологическом ящике;
- 5) выбор наилучшего решения.

Предложенные Ф. Цвикки методы нашли широкое применение как средство активизации изобретательской деятельности.

### **3.3.6. Экспертные оценки**

Группа методов экспертных оценок наиболее часто используется в практике оценивания сложных систем на качественном уровне [5, 7]. Термин «эксперт» происходит от латинского слова *expert* – «опытный».

При использовании экспертных оценок обычно предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта (при соблюдении определенных требований: распределение оценок, полученных от эксперта, должно быть «гладким»; две групповые оценки, данные двумя одинаковыми подгруппами, выбранными случайным образом, должны быть близки).

Все множество проблем, решаемых методами экспертных оценок, делится на *два класса*:

- 1) проблемы, в отношении которых имеется достаточное обеспечение информацией. При этом методы опроса и обработки основываются на использовании принципа «хорошего измерителя», т. е. эксперт – источник достоверной информации; групповое мнение экспертов близко к истинному решению;
- 2) проблемы, в отношении которых знаний для уверенности в справедливости указанных гипотез не достаточно. В этом случае экспертов нельзя рассматривать как «хороших измерителей» и необходимо осторожно подходить к обработке результатов экспертизы.

Экспертные оценки несут в себе как узко субъективные черты, присущие каждому эксперту, так и коллективно-субъективные, присущие коллегии экспертов. Первые устраняются в процессе обработки индивидуальных экспертных оценок, вторые не исчезают, какие бы способы обработки не применялись.

*Этапы экспертизы*: формирование цели; разработка процедуры экспертизы; формирование группы экспертов; опрос; анализ и обработка информации.

К наиболее употребительным *процедурам экспертных измерений* относятся: ранжирование; парное сравнение; множественные сравнения; непосредственная оценка; метод Черчмена-Акоффа; метод Терстоуна; метод фон Неймана-Моргенштерна.

*Ранжирование*. Метод представляет собой процедуру упорядочения объектов, выполняемую экспертом. На основе знаний и опыта эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими выбранными показателями сравнения. В зависимости от вида отношений между объектами возможны различные варианты упорядочения объектов. *Достоинство* ранжирования как метода экспертного измерения – простота осуществления процедур, не требующая трудоемкого обучения экспертов. *Недостатком* ранжирования является практическая невозможность упорядочения большого числа объектов.

*Парное сравнение*. Этот метод представляет собой процедуру установления предпочтения объектов при сравнении всех возможных пар. В отличие от ранжирования, в котором осуществляется упорядочение всех объектов, парное сравнение объектов является более простой задачей. При сравнении пары объектов возможно либо отношение строго порядка, либо отношение эквивалентности. Отсюда следует, что парное сравнение, так же как и ранжирование, есть измерение в порядковой шкале.

*Множественные сравнения*. Отличаются от парных тем, что экспертам последовательно предъявляются не пары, а тройки, четверки, ..., *n*-ки объектов. Эксперт их упорядочивает по важности или разбивает на классы в зависимости от целей экспертизы. Множественные сравнения занимают промежуточное положение между парными сравнениями и ранжированием.

*Непосредственная оценка.* Метод заключается в присваивании объектам числовых значений в шкале интервалов. Эксперту необходимо поставить в соответствие каждому объекту точку на определенном отрезке числовой оси. При этом необходимо, чтобы эквивалентным объектам приписывались одинаковые числа.

*Метод Черчмена-Акоффа (последовательное сравнение).* Этот метод относится к числу наиболее популярных при оценке альтернатив. В нем предполагается последовательная корректировка оценок, указанных экспертами. Метод можно использовать при измерениях в шкале отношений.

*Метод Терстоуна.* Метод заключается в построении одномерной шкалы. Шкала (предложена Л. Терстоуном) строится на основании предварительных измерений шкальных значений набора суждений, отражающих различную степень выраженности измеряемых социально-психологических характеристик респондентов.

*Метод фон Неймана-Моргенштерна.* Метод заключается в получении численных оценок альтернатив с помощью так называемых вероятностных смесей.

Целесообразность применения того или иного метода во многом определяется характером анализируемой информации. Если оправданы лишь качественные оценки объектов по некоторым качественным признакам, то используются методы ранжирования, парного и множественного сравнения.

Если характер анализируемой информации таков, что целесообразно получить численные оценки объектов, то можно использовать какой-либо метод численной оценки, начиная от непосредственных численных оценок и кончая более тонкими методами Терстоуна и фон Неймана-Моргенштерна.

Процедуры экспертных измерений обладают различными качествами, но приводят в общем случае к близким результатам. Практика применения этих методов показала, что наиболее эффективно комплексное применение различных методов для решения одной и той же задачи. Сравнительный анализ результатов повышает обоснованность делаемых выводов. При этом следует учитывать, что методом, требующим минимальных затрат, является ранжирование, а наиболее трудоемким – метод последовательного сравнения (Черчмена-Акоффа). Метод парных сравнений без дополнительной обработки не дает полного упорядочения объектов.

### **3.3.7. Методы организации сложных экспертиз**

Методы организации сложных экспертиз – это методы и модели, повышающие объективность получения оценок путем расчленения большой первоначальной неопределенности проблемы, предлагаемой эксперту для оценки, на более мелкие, лучше поддающиеся осмыслению.

В качестве простейшего из этих методов может быть использован метод усложненной экспертной процедуры, предложенной в *методике ПАТТЕРН*, в которой выделяются группы критериев оценки и рекомендуются ввести весовые коэффициенты критериев. Введение критериев позволяет организовать опрос экспертов более дифференцированно, а весовые коэффициенты повышают объективность результирующих оценок.

Развитием этого метода является введение коэффициентов компетентности экспертов и различные методы совершенствования обработки оценок, даваемых разными экспертами по разным критериям.

В качестве второго метода организации сложных экспертиз можно использовать *метод решающих матриц*. Идея метода была предложена Г.С. Поспеловым как средство стратифицированного расчленения проблемы с большой неопределенностью на подпроблемы и пошагового получения оценок. В последующем были разработаны модификации метода решающих матриц.

Третью группу составляют *модели (методы) организации сложных экспертиз, основанные на использовании информационного подхода* (разработка СПбГТУ для решения ряда прикладных задач).

Методы и модели этой группы базируются на использовании *методов структуризации и информационного подхода к анализу систем*. Структуризация помогает расчленить большую неопределенность на более обозримые, что способствует повышению объективности и достоверности анализа. Информационный подход позволяет оценивать последовательно степень целесообразности анализируемых составляющих, т. е. влияние составляющих нижележащих уровней стратифицированной модели на вышестоящей.

Разработаны три вида методов этой группы:

- 1) *методы оценки степени целесообразности анализируемых составляющих исследуемых систем по разнородным качественным критериям, позволяющие получать обобщенную оценку в многокритериальных задачах с разнородными критериями*. Применяются для сравнительного анализа нововведений, корпоративных информационных систем (КИС), при выборе КИС для конкретной организации, проектов при формировании «портфеля заказов» в НПО и т. п.;
- 2) *методы сравнительного анализа сложных систем в течение определенного начального периода их проектирования (внедрения, развития) путем сопоставления изменения информационных оценок во времени*. Применяются для сравнительного анализа разнородных нововведений, технических комплексов, проектов и т. п., позволяя принимать решение о целесообразности продолжения их внедрения, разработки, дальнейшего инвестирования и т. п.;
- 3) *методы оценки ситуаций, описываемых информационными уравнениями в статике и динамике*. Применяются при проведении маркетинговых исследований, анализе рыночных ситуаций с учетом взаимного влияния товаров, сравнительного анализа проектов с учетом взаимовлияния в процессе проектирования и др.