

Эвристические методы синтеза систем

Метод ассоциаций и аналогий

Входная информация

- A - список объектов; B - список признаков; C - матрица связей A и B , причем $C_{ij} = 1$, если i -й объект обладает j -м признаком, в противном случае $C_{ij} = 0$.
- Работа алгоритма заключается в случайном выборе объекта из списка A и всех его признаков из списка B . В результате получается случайная ассоциация «объект – признаки» ассоциация получается независимо от предыдущей.

Выполняются следующие процедуры:

1. Случайный выбор из списка A объекта a .
 2. Выбор из списка B всех признаков объекта a . Результат - список Ba .
 3. Случайный выбор из списка Ba признаков b .
 4. Выходные данные: a , Ba , b .
 5. Выбор из списка A всех объектов, обладающих признаком b . Результат - список Ab .
 6. Случайный выбор из списка Ab объекта a .
 7. Перейти к раз к процедуре 2.
 8. Конец.
- На каждой итерации алгоритма пользователю выводится очередная случайная ассоциация «объект - признаки - случайный признак». Результатом работы является гирлянда ассоциаций длины k . Последовательность объектов в гирлянде характерна тем, что соседние объекты имеют общий признак.
 - Оригинальность и допустимость идей, получаемых на основе случайных ассоциаций, существенно зависят от входных списков A и B . При этом, чем больше пересечение признаков фокального объекта со списком B , тем больше вероятность получения допустимой идеи и меньше - оригинальной.

Пример генерирования случайных ассоциаций при решении задач по созданию нового потребительского товара

Исходная информация:

$A = \{a_1 - \text{авторучка}, a_2 - \text{фонарь}, a_3 - \text{радиоприемник}, a_4 - \text{часы}\}$.

$B = \{b_1 - \text{стеклянный}, b_2 - \text{светотеплоизлучающий}, b_3 - \text{многоцветный}, b_4 - \text{плавающий}, b_5 - \text{встроенный}, b_6 - \text{гигантский}, b_7 - \text{миниатюрный}, b_8 - \text{источник энергии} - \text{тепловая энергия, излучаемая телом человека}\}$.

Матрица C связей A и B для рассматриваемого примера имеет следующий вид:

$C =$

	a_1	a_2	a_3	a_4
b_1	1			1
b_2		1	1	
b_3	1	1		
b_4	1	1	1	1
b_5		1	1	1
b_6	1	1	1	1
b_7		1	1	1

Выполняемые процедуры:

1. Случайный выбор из списка А объекта:

a_2 - **фонарь**.

2. Выбор из списка В всех признаков объекта a_2 .

$B_{a_2} = \{b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8\}$.

3. Случайный выбор из списка признака b :

b_4 - **плавающий**.

4. Выходные данные:

a_2 - **фонарь**;

$B_{a_2} = \{b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8\}$.

b_4 - **плавающий**.

5. Выбор из списка А всех объектов, обладающих признаком b .

$A_{b_4} = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$.

6. Случайный выбор из списка A_{b_4} объекта:

a_3 - **радиоприемник**.

После первой итерации гирлянда случайных ассоциаций имеет следующий вид: a_2 - **фонарь**, b_4 - **плавающий**, a_3 - **радиоприемник**.

Признак b_4 является общим для объектов a_2 и a_3 .

7. Переход к процедуре 2.

Результат - список $V_{a3} = \{b_4, b_5, b_6, b_7, b_8\}$.

8. Случайный выбор из списка V_{a3} признака: b_8 - **источник энергии - тепловая энергия.**

9. Выходные данные:

a_3 - **радиоприемник;**

$V_{a3} = \{b_4, b_5, b_6, b_7, b_8\}$; b_8 - **источник энергии - температура тела человека.**

10. Выбор из списка A всех объектов с признаком b_8 :

$A_{b_8} = \{a_2, a_3, a_4\}$.

11. Случайный выбор из списка A_{b_8} объекта: a_4 - часы. После второй итерации гирлянда случайных ассоциаций имеет следующий вид: a_2 - фонарь, b_4 - плавающий, a_3 - радиоприемник, b_8 - источник энергии - температура тела человека, a_4 - часы.

В результате двух итераций алгоритма возникшие ассоциации от синтезированной гирлянды позволяют сгенерировать следующие идеи потребительского товара:

- **фонарь для подводного плавания;**
- **радиоприемник для плавания с источником энергии от температуры тела человека;**
- **часы с подзарядом от тепловой энергии, излучаемой телом человека.**

Пример студентов

a1 - наушники
a2 - телевизор
a3 - часы
a4 - холодильник
b1 - воспроизводит музыку
b2 - греет уши
b3 - беспроводное соединение
b4 - выход в интернет
b5 - показывает температуру
b6 - возможность звонить и писать сообщения
b7 - записная книжка
b8 - камера

a1
 $V(a1) = \{b1, b2, b3\}$
b3
a1, $V(a1)$, b3
 $A(b3) = \{a1, a2, a3, a4\}$
a4
a1, b3, a4
 $V(a4) = \{b3, b4, b5, b7, b8\}$
b4
a4, $V(a4)$, b4
 $A(b4) = \{a2, a3, a4\}$
a3
a1, b3, a4, b4, a3
 $V(a3) = \{b1, b3, b4, b5, b6, b7, b8\}$
b1
a3, $V(a3)$, b1
 $A(b1) = \{a1, a2, a3\}$
a2
a1, b3, a4, b4, a3, b1, a2

- Наушники с беспроводным соединением.
- Холодильник с беспроводным соединением и выходом в интернет.
- Часы с выходом в интернет, которые воспроизводят музыку.
- Телевизор, воспроизводящий музыку

	a1	a2	a3	a4
b1	1	1	1	0
b2	1	0	0	0
b3	1	1	1	1
b4	0	1	1	1
b5	0	0	1	1
b6	0	0	1	0
b7	0	0	1	1
b8	0	0	1	1

Синектика

Синектика - комплексный метод стимулирования творческой деятельности, использующий приемы и принципы как «мозгового штурма», так и метода аналогий и ассоциаций (синектика - объединение разнородных элементов)

- В основе метода лежит поиск нужного решения благодаря преодолению психологической инерции, состоящей в стремлении решить проблему традиционным путем. Синектика позволяет выйти за рамки какого-то конкретного образа мыслей и значительно расширяет диапазон поиска новых идей за счет представления привычного непривычным и, наоборот, непривычного - привычным.
- При использовании синектики решение проблемы ищет группа специалистов разных специализаций, как владеющих этим методом, так и только приступающих к его овладению. Рекомендуются, чтобы члены синектической группы (кроме руководителя) перед началом работы не знали сути рассматриваемой проблемы, что позволяет абстрагироваться от привычного стереотипа мышления.
- Одна из важнейших частей синектической процедуры - выяснение того, как участники представляют себе обсуждаемую проблему. С этой целью они предлагают свои варианты ее определения. Руководитель записывает их на доске, что имеет существенное психологическое значение, поскольку каждый участник начинает воспринимать проблему как свою и делает попытки ее решить. Далее руководитель задает наводящие вопросы, вызывающие ассоциации и аналогии. Метод синектики широко использует личную аналогию (эмпатию). Человек мысленно вживается в образ рассматриваемой системы, стараясь отождествить себя с ней и проанализировать возникающие ощущения. Это помогает при синтезе новых вариантов систем. Эмпатия успешно применяется при решении особо сложных проблем, а также для проверки осуществимости различных идей.

Метод контрольных вопросов

Применяется для психологической активизации творческого процесса.

Цель метода: с помощью наводящих вопросов подвести к решению задачи.

Метод может применяться как в индивидуальной работе, так и при коллективном обсуждении проблемы, например при «мозговом штурме».

Один из широко распространенных вопросников А. Осборна включает девять групп вопросов:

1. Какое новое применение системе можно предложить?
2. На какую другую систему похожа данная система и что можно скопировать?
3. Какие возможны модификации путем изменения функций?
4. Что можно в системе увеличить?
5. Что можно в системе уменьшить (сжать, ускорить, сузить, раздробить)?
6. Что можно в системе заменить?
7. Что можно в системе преобразовать (схему, порядок работы и т.д.)?
8. Что можно сделать в системе наоборот?
9. Какие новые комбинации элементов системы возможны?

Метод коллективного блокнота

Позволяет сочетать независимое выдвижение идей каждым членом рабочей группы с коллективной их оценкой и процессом выработки решения.

Реализация метода

- Каждый участник получает блокнот, в котором записывает в общих чертах без применения специальных терминов существо проблемы, а также данные, позволяющие ориентироваться в ней.
- В течение месяца каждый участник ежедневно заносит в блокнот возникающие по рассматриваемой проблеме идеи, оценивает их и определяет, какие из них могут обеспечить наилучшее решение задачи. Одновременно формулируются наиболее целесообразные направления исследования на последующем этапе работы. Кроме того, в блокноте фиксируются идеи, находящиеся в стороне от основной проблемы, но развитие которых может оказаться полезным для нахождения конечного решения.
- Систематизация зафиксированных в блокнотах идей осуществляется руководителем группы, а заключительное творческое обсуждение - всеми членами группы. Выбор окончательного решения проводится методом «мозгового штурма».

Метод «матриц открытия»

Преследуется цель систематически исследовать все мыслимые варианты, вытекающие из закономерностей строения (морфологии) совершенствуемой системы, выбрать и изучить поле возможных решений. В то же время метод «матриц открытия» проще и дает возможность ограничить количество рассматриваемых вариантов.

Суть метода - в построении квадратной матрицы, в которой пересекаются два ряда характеристик по вертикали и горизонтали. Ряды могут быть упорядоченными по какому-либо признаку или неупорядоченными

- Характеристики могут быть выражены количественно или качественно. В отличие от метода морфологического анализа здесь часть выбранных характеристик может относиться не к системе, а к условиям ее эксплуатации.
- Основные этапы метода «матриц открытия» по обработке информации следующие:
 - составление перечня элементов, свойств, объектов, фактов, идей и т.п.;
 - выработка поля анализа - определение проблемы в наиболее общей и абстрактной форме, уточнение ее, построение структуры поля;
 - определение пересечения рядов и столбцов, обнаружение возможных комбинаций;
 - изучение выбранных комбинаций и выбор рациональных решений.

Метод «матриц открытия», как правило, не дает законченных решений и служит для систематизации имеющегося материала и определения отправных пунктов дальнейшего исследования. Комбинации характеристик дают возможность для плодотворных ассоциаций, постановки проблем, которые ранее оставались незамеченными.

Структура «матриц открытия»

Влияющий фактор	Материалы	Оборудование	Потребности	Рынки
Материалы				
Оборудование				
Потребности				
Рынки				

Алгоритм решения изобретательских задач

Алгоритм решения изобретательских задач - эвристический метод, ориентированный на идеальный ответ, максимальное использование имеющихся ресурсов, получение решения задачи путем выявления и разрешения внутренних противоречий системы.

Наибольшее распространение до настоящего времени этот алгоритм получил в области технического проектирования. Тем не менее основные подходы данного метода могут быть эффективно применены при синтезе новых экономических, управленческих и организационных систем.

Алгоритм решения изобретательских задач может быть использован для решения четырех задач, иерархически упорядоченных по сложности.

Алгоритм решения изобретательских задач может быть использован для решения 4-х задач, иерархически упорядоченных по сложности

- **Решение задач первого уровня** не связано с устранением противоречий в системе и приводит к мельчайшим усовершенствованиям. Такие задачи под силу каждому специалисту. Здесь объект задачи указан точно и правильно, вариантов изменений мало, а сами изменения перестраивают систему незначительно.
- **Задачи второго уровня** - с внутрисистемными противоречиями, легко преодолеваемыми с помощью способов, известных применительно к родственным системам. Ответы на задачи этого уровня - мелкие изобретения. Для получения ответа рассматривается несколько десятков вариантов решений.
- **Задачи третьего уровня** характеризуются тем, что противоречие и способ его преодоления находятся в пределах одной науки. При этом можно полностью изменить один или два функционально значимых элемента системы и частично изменить другие элементы. Количество рассматриваемых вариантов здесь исчисляется сотнями. В итоге получают решения с высокой степенью новизны и эффективности.
- При решении **задач четвертого уровня** синтезируется новая система. В таких задачах противоречия устраняются средствами, выходящими за пределы науки, к которой относится задача. Число вариантов измеряется тысячами и десятками тысяч. В итоге - создание принципиально новой системы.

**Основные этапы и процедуры
алгоритма решения
изобретательских задач,
адаптированных к экономическим,
управленческим и
организационным проблемам**

Этап 1. Выбор задачи

- 1.1. Определить конечную цель решения задачи:
 - Какую характеристику системы необходимо изменить?
 - Какие характеристики объекта заведомо нельзя менять при решении задачи?
 - Какие расходы снизятся, если задача будет решена?
 - Каковы допустимые затраты?
 - Какой главный показатель качества необходимо улучшить?
- 1.2. Проверить обходной путь. Допустим, что задача принципиально не решена. Тогда какую другую задачу необходимо решить, чтобы получить требуемый конечный результат:
 - переформулировать задачу, перейдя на уровень надсистемы, в которую входит данная в задаче система;
 - переформулировать задачу, перейдя на уровень подсистем, входящих в данную в задаче систему;
 - на трех уровнях (надсистема, система, подсистема) переформулировать задачу, заменив требуемое действие обратным.
- 1.3. Определить, решение какой задачи целесообразнее - первоначальной или одной из обходных. Произвести выбор.
- 1.4. Определить требуемые количественные показатели.
- 1.5. Увеличить требуемые количественные показатели, учитывая время, необходимое для реализации изобретенной системы.
- 1.6. Уточнить требования, выдвинутые конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретенной системы.
- 1.7. Проверить, решается ли задача прямым применением стандартных решений.
- 1.8. Применить оператор РВС (размеры, время, стоимость):
 - мысленно меняем размеры системы от заданной величины до 0. Как теперь решается задача?
 - мысленно меняем размеры системы от заданной величины до . Как теперь решается задача?
 - мысленно меняем время процесса (или скорость) от заданной величины до 0. Как теперь решается задача?
 - мысленно меняем время процесса от заданной величины до . Как теперь решается задача?
 - мысленно меняем стоимость системы или процесса от заданной величины до 0 или от заданной величины до . Как при этом решается задача?

Этап 2. Построение модели задачи

- 2.1. Записать условия задачи, не используя специальные термины.
- 2.2. Выделить и записать конфликтную пару элементов системы.
- 2.3. Записать два взаимодействия элементов конфликтующей пары: имеющееся и то, которое надо ввести.
- 2.4. Записать стандартную формулировку модели задачи, указав конфликтующую пару и внутреннее противоречие системы

Этап 3. Анализ модели задачи

- 3.1. Выбрать из элементов, входящих в модель задачи, тот, который можно легко изменять, заменять и т.д.
- 3.2. Записать стандартную формулировку идеального конечного результата (ИКР).
- 3.3. Выделить ту зону системы или элемента системы, которая непосредственно не обеспечивает достижение требуемого ИКР.
- 3.4. Сформулировать противоречивые требования к состоянию выделенной зоны системы.
- 3.5. Записать стандартную формулировку экономического, управленческого или организационного противоречия: выделенная зона системы (указать) должна быть (указать состояние), чтобы выполнять полезное взаимодействие (указать), и должна быть (указать состояние), чтобы предотвращать вредное воздействие (указать).

Этап 4. Устранение противоречия

4.1. Рассмотреть простейшие преобразования выделенной зоны:

разделение противоречивых свойств в пространстве;

разделение противоречивых свойств во времени;

разделение противоречивых свойств путем использования переходных состояний, при которых сосуществуют или попеременно появляются противоречивые свойства;

разделение противоречивых свойств перестройкой структуры (частицы выделенной зоны наделяются имеющимся свойством, а вся выделенная зона в целом наделяется требуемым (конфликтующим) свойством).

4.2. Использовать фонд эвристических приемов для устранения противоречия в системе.

Этап 5. Предварительная оценка полученного решения

- 5.1. Провести предварительную оценку полученного решения.
- 5.2. Оценить новизну полученного решения.
- 5.3. Определить подзадачи, которые могут возникнуть при практической реализации полученной идеи.

Этап 6. Развитие полученного ответа

- 6.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.
- 6.2. Проверить, может ли измененная система применяться по-новому.
- 6.3. Использовать полученный ответ при решении других экономических, управленческих и организационных задач.