

# Г. Буш

## ОСНОВЫ ЭВРИСТИКИ ДЛЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ (2 часть)

### Введение

В I части "Эвристики для изобретателей" рассматривались исходные эвристические постулаты и разновидности эвристических диалогов, изложенные в исторической последовательности их развития с указанием возможности их использования для коллективного и индивидуального поиска новых изобретательских идей.

Во II части изложены основные традиционные осознанно-логические эвристические приемы и наиболее эффективные современные систематические эвристики для изобретателей: морфологический подход, стратегия гирлянд ассоциаций и стратегия семикратного поиска решения изобретательских задач.

Упомянутые систематические эвристики резко отличаются по своей сущности, содержанию, области применения и эвристическим возможностям. Морфологический подход следует причислить к эвристикам осознанно-логического типа, стратегию гирлянд ассоциаций - к эвристике интуитивно-практического типа. Стратегия семикратного поиска представляет наиболее универсальную современную систематическую эвристику, включающую как две упомянутые, так и многие другие эвристические находки, применение которых оказалось полезным в творческом труде современного изобретателя.

## 1. Эвристики осознанно-логического поиска

### 1.1. Эвристическая аналогия

Эвристические свойства аналогии доказаны изобретательской практикой, начиная с первых изобретений на заре изобретательства, созданных путем подражания аналогам природы. Аналогию как процесс мышления на параллельных основах путем установления связей в мозгу при выборочном отборе тех свойств, которые накладываются друг на друга по одной переменной, и игнорирования остальных свойств признает большинство исследователей этого процесса, в том числе специалистов в области эвристики для изобретателей.

Ученые по-разному толковали понятие аналогии: как тождество отношений, пропорциональность (Платон, Аристотель, Фома Аквинский), как качественное подобие отношений (Г. Геффединг), как соответствие (Архимед, И. Кеплер, Э. Резерфорд), как сходство структур и функций объектов (А. Винер, Л. Куффиньяль, Ф. Розенблат), как сходство между законами двух областей науки (Дж. К. Максвелл), как частный случай индукции (Дж. С. Милль) и т.д. В современной логике аналогию обычно понимают как нетождественное подобие свойств или соотношений. В реальной научной практике аналогия образует как бы "мост" между индуктивным и дедуктивным способами мышления.

Логико-гносеологическая природа аналогии и ее эвристическая функция недостаточно изучены. Наиболее значительное изучение проблем логико-гносеологической природы аналогии было осуществлено советским исследователем А.И. Уемовым [25]. В последнее время появились также некоторые интересные работы, посвященные проблемам использования аналогий в техническом творчестве. В.А. Моляко [20] исследовал роль аналогий на начальных стадиях формирования кон-

структорского замысла. Ряд его выводов имеет практическое значение для решения конструкторско-изобретательских задач. И.П. Мамыкин [19] сделал попытку гносеологического анализа роли аналогии в техническом творчестве.

Хотя факты реального использования аналогии как операции мышления и целесообразность такого применения неоспоримы, однако известно мнение, что аналогии могут применяться только интуитивно. Примером такого мнения может служить "теория проекций" Э. Каппа, основу которой составляет утверждение, что в техническом творчестве человек создает новое только путем неосознанного подражания навсегда определенным аналогам — органам тела человека [26]. Ошибочность теории Э. Каппа в настоящее время доказана. Однако и русский логик М.В. Владиславлев утверждал: "Аналогия не может никогда употребляться методически: она всегда останется делом личных дарований" [25]. С таким утверждением нельзя согласиться. Люди бесспорно имеют разные способности к аналогизированию, но эти способности поддаются культивированию. Полагаться на интуитивное аналогизирование без обоснования, непоследовательное, путем хаотического перебора аналогов нерационально. Методическое применение аналогий расширяет логико-гносеологические возможности и эвристичность аналогий.

Изобретатели к аналогам часто приходили путем размышлений над наблюдениями. Преподаватель школы глухонемых Г. Белл говорил: "Если я могу заставить говорить глухонемого, я аналогично могу заставить говорить и металл". Практическое осуществление этой мысли по аналогии у него потребовало пять лет работы и привело к изобретению телефона.

Процесс аналогизирования в общем виде содержит мысленное определение свойств создаваемого технического объекта, результата творческих поисков: поиска аналогов и выбора прототипа; перенесения информации от прототипа в новый контекст и перекомбинирования элементов прототипа.

Наиболее ответственной операцией аналогизирования являются поиск аналогов и выбор прототипа, выполняемые по следующим критериям:

а) по существенности свойств и отношений (например, функциональных свойств объекта или его структурных элементов) или по главному свойству или отношению, что предполагает разделение функциональных и структурных признаков на необходимые, достаточные, желательные, ненужные и вредные;

б) по количеству свойств и отношений, что может облегчить создание универсальных объектов, но может и привести к неудачному обеспечению выполнения главной функции;

в) по характеру задачи с учетом опыта применения типовых аналогий и приемов генерирования ассоциаций (см. ч. 2, гл. 2.2);

г) по смешанной методике выбора аналогий, содержащей элементы вышеперечисленных приемов выбора аналогов.

Эвристические аналогии можно классифицировать по разным признакам. Для наших целей можно использовать эмпирическое деление эвристических аналогий на аналогии с живой, неживой и социально организованной материей.

К первой группе относятся эвристические аналогии с живой природой — ее формами, конструкциями, структурами, функциями, материалами, процессами и отношениями живых организмов и их органов.

Ко второй группе принадлежат аналогии с физическими явлениями, конструкциями и материалами неживой природы.

К третьей группе следует причислить аналогии с искусственными объектами — техникой, литературой, художественными изделиями, а также с общественными явлениями.

Для попыток возвысить тот или иной вид этих аналогий, например, аналогий с живой природой или техникой над другими и считать принципиально главным нет оснований. Все аналогии могут и привести к высоко оригинальным изобретениям, и дать лишь тривиальные идеи. Эффективность применения аналогий зависит не только от умения аналогизирования, но и от особенностей изобретательской задачи и ряда других факторов.

Аналогии, как и другие эвристики поиска решения задач, не гарантируют достижения решения в каждом отдельном случае и могут привести к ошибочным результатам.

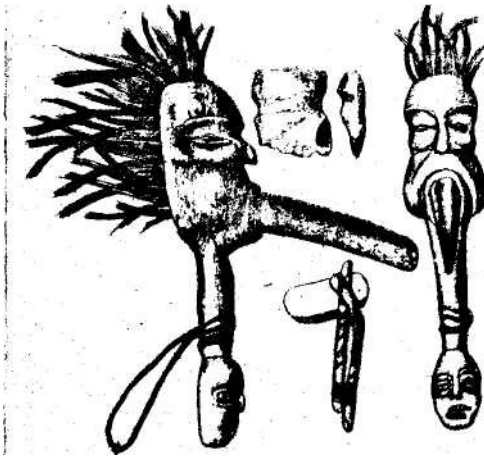
Рассмотрим некоторые распространенные в изобретательской практике виды эвристических аналогий.



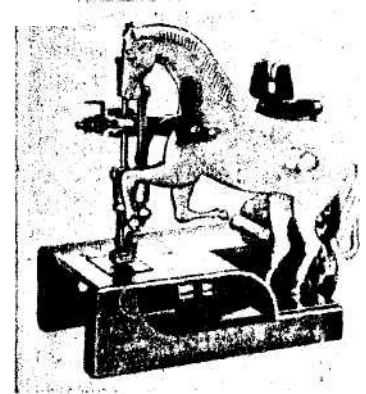
*Рис. 1, Прототип лодки: приспособление объектов природы для технических целей.*

Приспособление аналогов природы для технических целей предусматривает проведение ряда несложных операций с объектами природы (древнейшие гаечные орудия). Так, например, корни деревьев, огибающие камни, их охватывают, что является прототипом способа соединения инструмента с рукояткой (рис. 1). В настоящее время этот вид аналогии потерял былое значение, используется редко.

Аналоги палеобионики — сведения о вымерших животных и растениях — используются для поиска решения изобретательской задачи подражанием формы, конструкции, материала (двухъярусная буровая колонка по аналогии с конструкцией зубов вымерших ящеров).

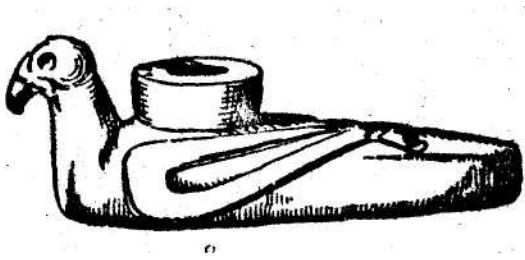


*Рис. 2. Североамериканский боевой топор*



*Рис. 3. Швейная машина "Конь" Дж.Перри*

Аналоги биомеханики, биохимии, биоархитектуры, биокрибнетики используются для создания изобретений путем подражания механическому принципу действия, форме, архитектонике, пропорциям, биохимическим реакциям, структуре и материалу объектов живой природы. Излюбленным приемом является использование аналогии внешней формы объектов природы для создания технических объектов. Примерами могут быть антропоморфные кариатиды греческих колонн, деревянные кубки в форме головы человека, боевые орудия (рис. 2). Не менее часто использовались аналогии с формой животных, птиц и растений. В истории изобретательства известны летающий голубь Архита Терентского, швейная машина "Конь" Дж. Перри (рис. 3), часы "яичной фигуры" И.П. Кулибина, трубка мира североамериканских индейцев, выполненная по аналогии с внешним видом голубя (рис. 4).



*Рис. 4. Трубка мира североамериканских индейцев - авиаморфизм в технике.*

Поиск и использование искусственных аналогов, главным образом из области техники, наиболее часто осуществляется

с помощью следующих приемов:

- - имитации, заключающейся в придании новому техническому объекту формы, цвета, внешнего вида по аналогии с одним уже известным объектом, однако по химическому составу, структуре и другим свойствам отличающимся от аналогов;
- - псевдоморфизации - выполнения технического объекта по форме другого объекта совершенно иного назначения (зажигалка в виде пистолета, авто-ручка в виде гвоздя, оружие в виде тросточки);
- - применения стандартных копирующих приспособлений — трафаретов, масок, шаблонов, моделей;
- - замещения принципа работы, конструкции, материалов их эквивалентами, а также протезирования замещения функционального аналогичным устройством, когда замена тождественными запчастями невозможна;
- - масштабного увеличения (гиперболизации) или уменьшения (миниатюризации) известных технических объектов для получения нового эффекта, зачастую связанного с изменением функций, переносом в другую область;
- - реинтеграции — создания нового сложного объекта по аналогии с одной простой многозначимой деталью;
- - моделирования — физического (миниатюрного, партикулярного), математического или кибернетического.

## **1.2. Эвристическая инверсия**

Известно, что оригинальные, необычные, неожиданные идеи захватывают ум изобретателя только тогда, когда он абстрагируется от уже сложившегося строя мыслей, преодолевает инерцию мышления, не считается с традиционными представлениями. По этой причине приемы поиска решения изобретательских задач, направленные на обнаружение неожиданных новых путей, часто лежат в противоположном направлении от дорог рутины, истоптанных тропинок и путей продвижения всезнающих эрудитов.

Смысл эвристической инверсии — это поиск именно в направлениях, противоположных традиционным.

Мы уже установили, что источником новых изобретательских идей может быть усмотрение аналогии с природой, техникой, общественными явлениями. "Но бывает и по-другому — мысль начинает двигаться в диаметрально противоположную сторону: к опровержению идеи", — отмечает известный советский изобретатель Б.С. Блинов [2]. Личный секретарь Т.А. Эдисона А.О. Тейт приводит рассказ Эдисона о создании фонографа,

"Я работал над телефоном, усовершенствуя угольную колодку микрофона. Мой слух был не очень хорошим, и я не слышал звуки так чисто, как мне хотелось бы. Тогда я к мембране телефонной трубки приспособил короткую иглу. Когда я положил палец без нажима на иглу, то укол показывал мне амплитуду колебаний, что я и хотел узнать. Однажды, когда я использовал этот прием, мне

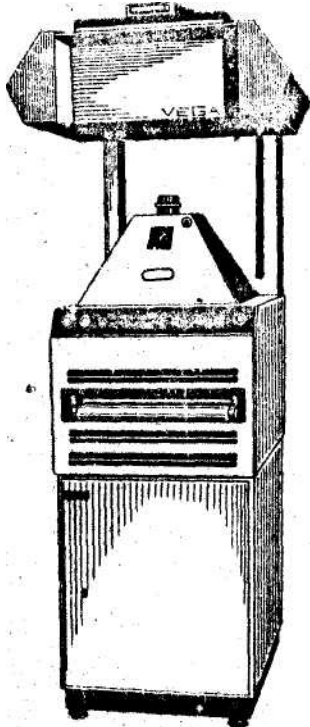
показалось, что если бы я смог найти вибрирующий материал с соответствующими вибрациями, я смог бы получить обратный процесс и воспроизвести звук. Я сел и сделал эскиз механизма, который, по моему мнению, должен был это сделать" [82].

Инверсия уже давно и успешно применяется в изобретательской практике. Если существует стереотипный прием решения изобретательских задач определенного класса, то естественно предполагать, что существует и принципиально противоположная альтернатива поиска решения. Прямой и противоположный приемы, конечно, не являются эквипотенциальными по использованию, сложности, границам применения ж другим признакам. Инверсия противоположна аналогии, так же как анализ - синтезу, индукция — дедукции, интеграция — дифференциации.

Инверсия точки зрения является эффективным, хотя и в изобретательской практике еще малораспространенным приемом решения изобретательских задач. Разновидностью этого приема является рассмотрение объекта с внутренней стороны в противоположность традиционному осмотру с внешней стороны. Так, например, путем рассмотрения апельсина с внутренней стороны была найдена идея создания соковыжималки, принцип работы которой — вакуумный отсос сока — противоположен традиционному.

Прием решения обходной задачи заключается в отрицании необходимости решения изобретательской задачи в традиционной формулировке. Предполагается, что традиционная постановка изобретательской задачи часто слишком конкретизирована, вследствие чего в формулировании задачи часто исчезает цель решения ее. Прием заключается в уточнении действительной цели решения задачи и рекомендации эту цель достичь другими средствами, т.е. решать не первоначальную, а обходную задачу.

Не следует приему решения обходной задачи вместо прямой придавать преувеличенное значение. Он направлен в основном на исправление ошибки в формулировании задачи. Если методически правильно выявлена действительная цель задачи и эта цель правильно сформулирована, то "обходную цель", как правило, нет необходимости искать.



*Рис. 5. Электрографический аппарат "Вега" — первый советский ксерографический аппарат вертикальной композиции.*



*Рис. 6. Настольные часы с горизонтально расположенным циферблатом.*

Эвристической инверсии можно подвергать принцип действия технического объекта, структуру (гетерогенизация, гомогенизация, деструкция, изменение агрегатного состояния), расположение элементов объекта в пространстве и времени, движение (преобразование возвратно-поступательного движения во вращательное или наоборот, реверсирование, реципрокация),

Одним из распространенных приемов инверсии является компенсация — уравнивание нежелательных и вредных факторов механическими, гидравлическими, электромагнитными, акустическими и др. средствами.

Примерами применения приемов инверсии могут служить преобразование ксерографического аппарата горизонтальной композиции в аппарат вертикальной композиции (рис. 5), преобразование традиционных настольных часов с вертикальным расположением циферблата в часы с горизонтально расположенным циферблатом (рис. 6).

### **1.3. Эвристическое объединение**

Эвристическое объединение идей, концепций, технических объектов, их элементов, процессов, функций, операций основывается на синтетических операциях мышления.

Ряд исследователей эвристическому объединению придает в творчестве человека главное значение. Уже Кар Тит Лукреций [37] отметил, что новые вещи можно получить комбинированием изначальных элементов, но когда возможности комбинирования исчерпаны, то остается лишь прибавить новые элементы.

Изобретатели создавали новые объекты путем объединения не только технических устройств, но и материалов. Уже Нерон выпускал серебряные монеты с добавлением меди.

Леонардо да Винчи создал объединением самостоятельных объектов и элементов большое количество изобретений. Его современник Ванночио Бирингуччо (1480-1539 гг.) сконструировал передаточное устройство для одновременного привода нескольких машин от одного источника энергии (водяного колеса). Вместо жесткого соединения частей позже стали применять подвижное. Советский исследователь А.Н. Боголюбов утверждает: "Машина начинается только тогда, когда человек начинает осознавать, что отдельные тела могут соединяться подвижно" [3]

В изобретательской практике применяются три схемы: новое + новое = существенно новое; новое + старое = существенно новое; старое + старое = существенно новое.

Распространено мнение, что оригинальные изобретения создаются лишь путем объединения далеких, непривычных вещей, на первый взгляд несовместимых идей. Дж. Пристли считал, что "самыми смелыми и самыми оригинальными экспериментаторами являются те, кто, предоставляя свободу воображению, допускает сочетание самых далеких друг от друга идей. И хотя многие из этих идей впоследствии окажутся дикими и фантастическими, другие из них могут привести к величайшим и капитальным открытиям". Такое на первый взгляд логичное утверждение нельзя безоговорочно относить к техническому творчеству. Разве изобретатель топора, объединивший свои единственные два орудия труда и защиты — палку и зубило - в один, объединил далекие предметы? Разве Ктесибий Александрийский, дублируя два ординарных насоса и тем создавая ручной пожарный насос, применяемый еще и в наше время, объединил далекие друг от друга вещи? Кроме того, ценность изобретения не только в оригинальности. Без полезного назначения изобретения не существуют

Объединение технических элементов в комплексы может осуществляться на разных уровнях: объединение деталей в узлы, узлов - в механизмы, механизмов - в машины, машин - в агрегаты, агрегатов - в линии, линий - в системы большого масштаба. В некоторых случаях такое объединение является принципиально простым, например:

насос + лампа = примус,

насос + лампа = паяльная лампа;  
насос + паровая кастрюля = паровая машина;  
насос + радиатор = калорифер;  
насос + счетчик оборотов = анемометр;  
насос + игла = медицинский шприц;  
насос + лодка = скутер без винта и руля;  
насос + трубопровод = землесосный снаряд;  
насос + сушильный шкаф = вакуум-сушилка;  
насос + форсунка = агрегат для точного впрыскивания топлива в цилиндр двигателя.

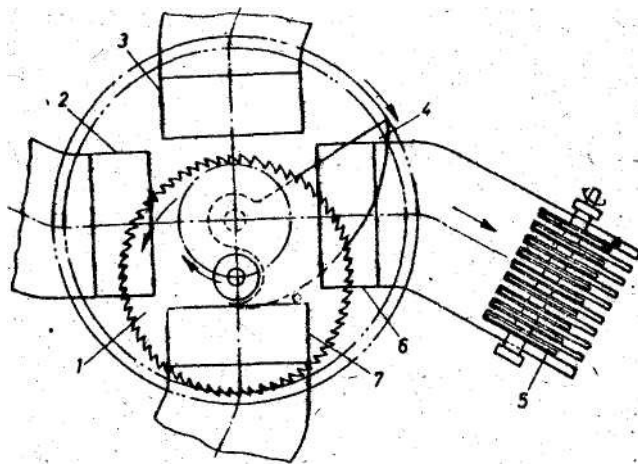
В других случаях в комплексе объединяются не два, а большее количество технических объектов, устройств или элементов, например,

насос + ресивер + трубопровод = компрессор,  
насос + пресс + манометр = гидравлическая испытательная машина,  
насос + трубопровод + щелевая насадка = гидравлическая пила для распиловки туш крупного рогатого скота по хребту;  
насос + ручка + перо = авторучка.

Приемы эвристического объединения удобно условно разделить на две группы: объединение однородных элементов (рис. 7) и объединение разнородных элементов (рис. 8).

Рассмотрим наиболее распространенные приемы эвристического объединения разнородных элементов.

Конструктивное объединение наиболее разработано и наиболее распространено в изобретательной практике.



Эвристическая интеграция заключается в комплексном объединении технических элементов, имеющих самостоятельное значение до объединения и сохраняющих его и после объединения в новом комплексе. Рижские изобретатели Э. Розенталь и Б. Биржев путем интеграции двух инструментов — сверла и метчика — создали оригинальный новый инструмент — сверлометчик для получения сквозных резьбовых отверстий.

*Рис.7. Эвристическое объединение однородных элементов — мультипликация рабочих позиций: многопозиционный автомат для изготовления натуральных полуфабрикатов.*

Концентрирующая интеграция позволяет создать новый технический объект путем объединения двух или нескольких элементов самостоятельного назначения таким образом, что они полностью или частично включаются один в другой. Изобретатель К. Каупер предложил портсигар, в который вмонтирована зажигалка (патент Латвии).

При решении творческих задач в области техники применяются приемы телескопического объединения, пространственного сращения, временного присое-

динения, синтеза конструктивных элементов. Некоторые специалисты считают синтез основным приемом изобретательства. "Не может подлежать сомнению, — говорил Б.М. Бехтерев, — что творчество представляет собою результат или синтеза или комбинации сильным умом реальных явлений и более мелких изобретений и открытий, что может быть подтверждено анализом всех вообще крупных изобретений и открытий" [1].



*Рис. 8. Скифские боевые колесницы с серпами.*

#### **1.4. Эвристическое расчленение и редукция**

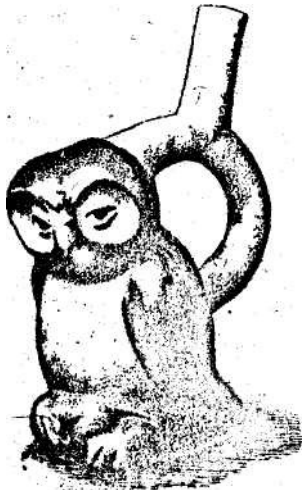
Применение эвристического расчленения и редукции в поиске решения изобретательских задач основывается на аналитическом мышлении человека, расчленении предметов и явлений на части с наделием причинных связей. Расчленение предметов и явлений может осуществляться как в действительности, так и мысленно.

Анализ является одной из основных операций мышления человека на всех стадиях его исторического развития. Но уровень выполнения этих мыслительных операций не всегда был одинаковым. Аналитическая мыслительная деятельность первых людей не отличалась особенной глубиной. Однако аналитические приемы расчленения и редукции успешно применяли уже изобретатели каменного века. "Дифференциация орудий возникает с древнего палеолита, — констатирует С.А. Семенов. — В позднем палеолите состав орудий, по предварительным данным, соответствует 30-35 функциям. Развитый неолит делает новый шаг в дифференциации орудия, состав которых возрастает еще в 3-4 раза [23].

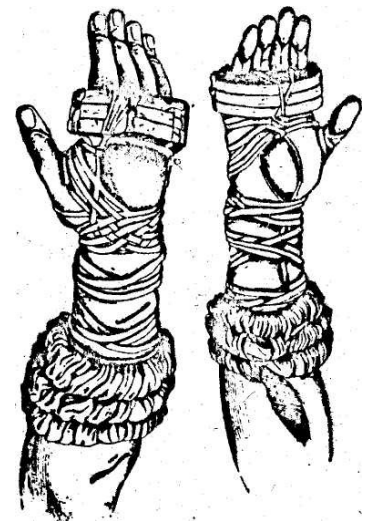
Существует несколько систем аналитического подхода к решению новых технических задач: морфологический, структурный и функциональный, функционально стоимостный анализы, анализ затрат и результатов, средств и целей. Научно разработаны основы разных видов анализа — генетического (исторического) и каузального, перспективного я прогностического, факторного и дисперсионного, количественного и качественного.



На операциях анализа базируются следующие простейшие приемы изобретательства:



*Рис.9. Древнеперуанский сосуд с внутренней перегородкой для хранения двух разных жидкостей.*



*Рис. 10. Боксерские перчатки, используемые в древности.*

- разделение технического объекта на части, секции, ячейки, блоки, звенья, например, с помощью перегородок (рис. 9 );
- разделение объекта на мобильную и иммобильную части;
- создание сборных, разъемных, составных конструкций;
- деление технологического процесса на стадии, операции, приемы, бифуркация потоков;
- изолирование объектов от вредного или нежелательного влияния (рис. 10);
- локализация процессов и вредных явлений;
- автономизация и обособление объекта;
- элиминация, сокращение поиска элементов, устранение обратных ходов, отделение вредных примесей;
- симплификация, упрощение конструкции, операций, компоновки, кинематической схемы.

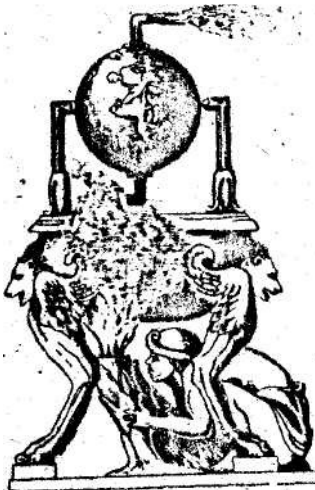
### **1.5. Прочие эвристические преобразования технической системы и среды**

Кроме эвристического расчленения и редукции известны другие приемы поиска решений изобретательских задач [9-15]:

- а) приемы изменения объектов, процессов и среды во времени;
- б) приемы изменения их в пространстве;
- в) приемы преобразования структуры и внешней формы;
- г) приемы изменения материалов, веществ, состава среды.

Преобразования во времени осуществляются путем интенсификации или замедления протекания процессов:

- а) кинематической интенсификации (акселерация движения, замена возвратно-поступательного движения на вращательное, превращение иммобильных объектов в мобильные, использование импульсных, пульсирующих, ударных элементов, применение упругих, шарнирных, откидных элементов),



*Рис. 11. Использование динамических потоков для полезной работы; паровая машина Герона Александрийского.*

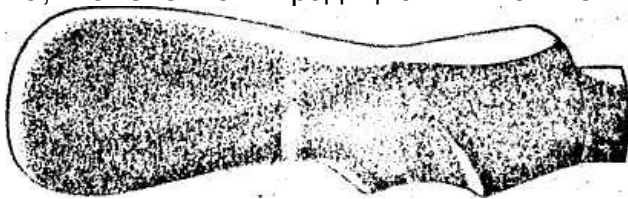
б) динамической интенсификации (использование собственного веса объектов, динамических потоков (рис. 11), упругих промежуточных элементов, применение обтекаемых форм). Эффективным оказалось также регулирование во времени самого процесса решения задачи — применение сжатых сроков, временное сосредоточение сил, динамизация среды, отсрочка оценки идеи.

Преобразование в пространстве достигается следующим путем:

изменением расположения рабочих позиций, обрабатываемых предметов, инст-

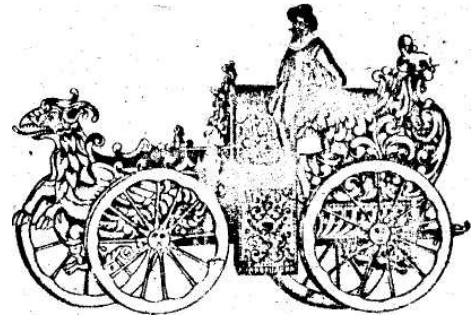
рументов, управляющих устройств; рокировкой элементов технического объекта; централизацией или децентрализацией элементов; перенесением в другое место, перевертыванием их, сближением в пространстве, пространственным сращением, совмещением, концентрирующей интеграцией, локальной концентрацией, обеспечением локального качества элементов, локализацией нежелательных и вредных факторов.

Трансформацию технических объектов можно осуществить исследованием, оценкой и рациональным подбором функциональной внешней формы объекта (рис.12), применением правил антропотехники и хиротехники (рис. 13), изменениями формы объекта в соответствии со специфическими свойствами материала, изменением традиционных стилевых трафаретов, степени динамизации



*Рис. 13. Ручка для инструмента, приспособленная к форме и мускулатуре руки согласно правилам хиротехники*

создаваемого технического объекта.



*Рис. 12. Карета Г. Коуча — образец использования приема внешнего украшения технического объекта без учета функциональных свойств, отвергаемый современной эвристикой для изобретателей*

формы, пропорций, симметрии, масштаба, фактуры и текстуры. Трансформация технических объектов часто подсказывается логикой при функциональном анализе изобретательской задачи и свойств

## 2. Систематические эвристики

### 2.1. Морфологический подход

Форма — это организация, структура вещей и явлений, имманентное воздействие частей системы, определяющее способ связи с внешней средой. Форма и содержание характеризуются диалектическим единством и борьбой противоположностей. Не существует содержания без формы и структуры, так же как не может быть и бессодержательной формы. При этом содержание является определенным, подвижным элементом, форма — относительно более стабильным, более долговечным, что обуславливает возникновение противоречия между развивающимся содержанием и консервативной формой. Оно разрешается посредством отказа от старой формы, преобразованием содержания в соответствии с новой формой, что приводит к скачкообразному переходу от старого качества к новому. Именно устранение таких противоречий в области техники — задача изобретателей. Поэтому для них весьма важно понимание диалектики содержания и формы объектов техники. Новые формы технических объектов, обеспечивающие переход к новому качеству, должны диалектически развиваться из старых форм как отрицание.

Для устранения противоречий в области техники целесообразно познать закономерности организации и структурных преобразований вещей и явлений, видоизменений взаимодействия и связей их элементов. В достижении этого существ-

венную помощь может оказать изучение достижений морфологии — науки о внутренней структуре предметов и явлений, ее элементах, связях, изменениях и конструировании. Морфологический подход в техническом творчестве — один из наиболее эффективных в настоящее время и перспективных в будущем.

Время разработки морфологического подхода соотносится с XIII веком, хотя многие основополагающие идеи о категории формы были высказаны античными мыслителями. Испанский схоласт Раймунд Луллий высказал идею, что существует единая структура общих понятий и предикатов, исхо-

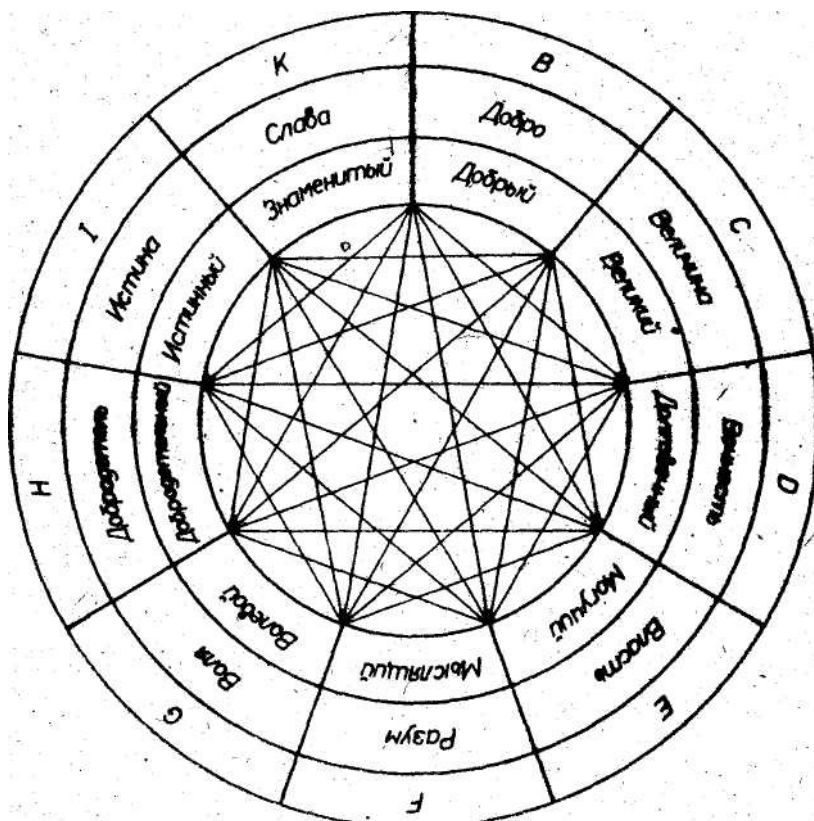


Рис. 14. Одна из фигур "великого искусства" Луллия, предназначенная для сочетания более общих понятий о новых структурах

дя из которых, путем комбинирования можно получить все известные, а также новые идеи. Таким образом, Раймунд Луллий понимал мышление как механический процесс комбинирования терминов и предикатов и образования из них силлогизмов и сочетания терминов в новых структурах (рис. 14).

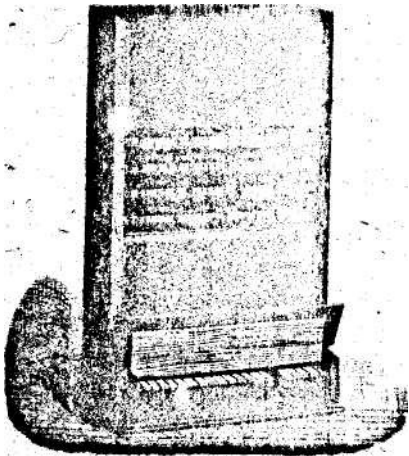


Рис. 15. Логическая машина для решения творческих задач Стэнли Джевонса

Г.В. Лейбниц комбинаторику понимал как синтетическую часть общего искусства изобретения (Erfindungskunst), основанного на аналитических и синтетических операциях мышления.

Попытку механизировать процесс комбинирования понятий предприняли также Стэнли Джевонс, построивший логическую машину для решения творческих задач (рис. 15). И.Х. Ланге, предложивший логический квадрат магического действия [27] и др.

В новейшее время развивается морфология систем. В разных областях техники осуществляются исследования методом морфологического подхода. Известный вклад в развитие принципов и методов морфологического подхода в научном и техническом творчестве внес Ф. Цвикки [29]. Он предложил несколько методов морфологического подхода: метод систематического покрытия поля, метод отрицания и конструирования, метод экстремальных показателей, метод сличения совершенного с дефектным и метод морфологического ящика (матрицы). Последний метод фактически уже давно и успешно применяется в научном и техническом творчестве. Он был, например, использован Д.И.Менделеевым при создании таблицы химических элементов.

Метод морфологического ящика включает пять последовательно выполняемых процедурных шагов:

- а) четкую формулировку изобретательской задачи;
- б) определение наборов всех возможных параметров и других характеристик объекта, от которых зависит решение изобретательской задачи;
- в) создание модели (морфологического ящика, матрицы) для наглядного представления возможных комбинаций, характеристик объекта;
- г) анализ и оценку всех возможных комбинаций с точки зрения достижения намеченной цели;
- д) выбор из морфологического ящика (матрицы) лучших решений по заданному критерию оценки.

Для обучения новаторов Латвийской ССР техническому творчеству уже более 15 лет применяются многие разновидности матриц изобретательских идей, основанные на морфологическом подходе.

В процессе поиска решения изобретательских задач рекомендуется в самом начале осуществить их морфологическую формулировку, что в значительной мере облегчает понимание задачи, а зачастую — ее решение.

Морфологическая формулировка изобретательской задачи должна дать представление о строении искомого технического объекта. морфологическое описание выполняется на стольких уровнях, на скольких целесообразно для определения необходимых основных свойств искомой системы. Не следует при постановке задачи стремиться дать слишком дробное многоуровневое описание системы, чтобы исключить преждевременный вывод об однообразности решения. Следует учесть, что морфологическое описание в принципе не может быть исчерпывающим, поэтому выбор элементов, которые не охватываются описанием, определяется назначением описания. Схема морфологического описания изо-

бретательской задачи содержит элементы, связи и структуру (рис. 16). Элементный состав может быть гомогенным и гетерогенным, или смешанным. Морфологические свойства системы (рис. 17) в значительной мере зависят от характера связей. Наряду со свойствами по назначению и времени целесообразно выделить композиционные свойства: эффекторные, рецепторные и рефлексивные. Эффекторные свойства — это способность преобразовать воздействие и воздействовать веществом или энергией на другие элементы системы и на среду; рецепторные свойства — способность преобразовать внешнее воздействие в информационные сигналы, передавать и переносить информацию; рефлексивные — способность воспроизводить внутри себя процессы на информационном уровне, генерировать информацию.

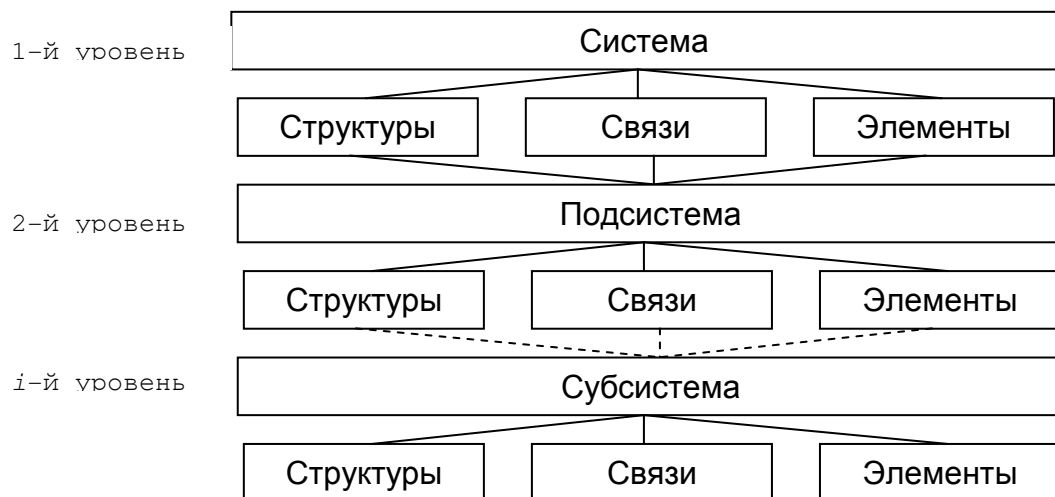


Рис. 16. Морфология технической системы

В общем случае морфологическое описание изобретательской задачи можно выразить следующим образом  $S_m = \{\Sigma_i, R_i, N, K\}$ ,

где

$\Sigma_i$  — множество элементов и их свойств, в котором различаются: а) состав — гомогенный или гетерогенный и б) свойства — энергетические, вещественные, технологические, информационные, управляющие, "мыслительные", комбинированные.

$R_i$  — множество связей: а) по назначению — энергетические, вещественные, информационные; б) по характеру — прямые, обратные, нейтральные.

$N$  — структура, различаемая: а) по устойчивости — детерминированная, вероятностная, хаотичная; б) по построению — иерархическая, многосвязная, преобразующаяся.

$K$  — композиция: а) слабая, с эффекторными подсистемами; б) с рецепторными подсистемами; в) с рефлексивными подсистемами.

Создание морфологических ящиков, матриц для решения каждой отдельной изобретательской задачи требует определенных навыков и творческого подхода. Мы рассмотрим лишь некоторые простые, проверенные на практике решения изобретательских задач, приемы и их разновидности.

Анализ взаимоотношений и связей между идеями, процессами, элементами технического объекта, между элементами системы "человек — техника — среда" является, несомненно, одним из главных источников изобретательских идей. Выявление ранее не замеченных связей и отношений, даже первоначально кажущихся второстепенными и несущественными, часто служит подсказкой неочи-

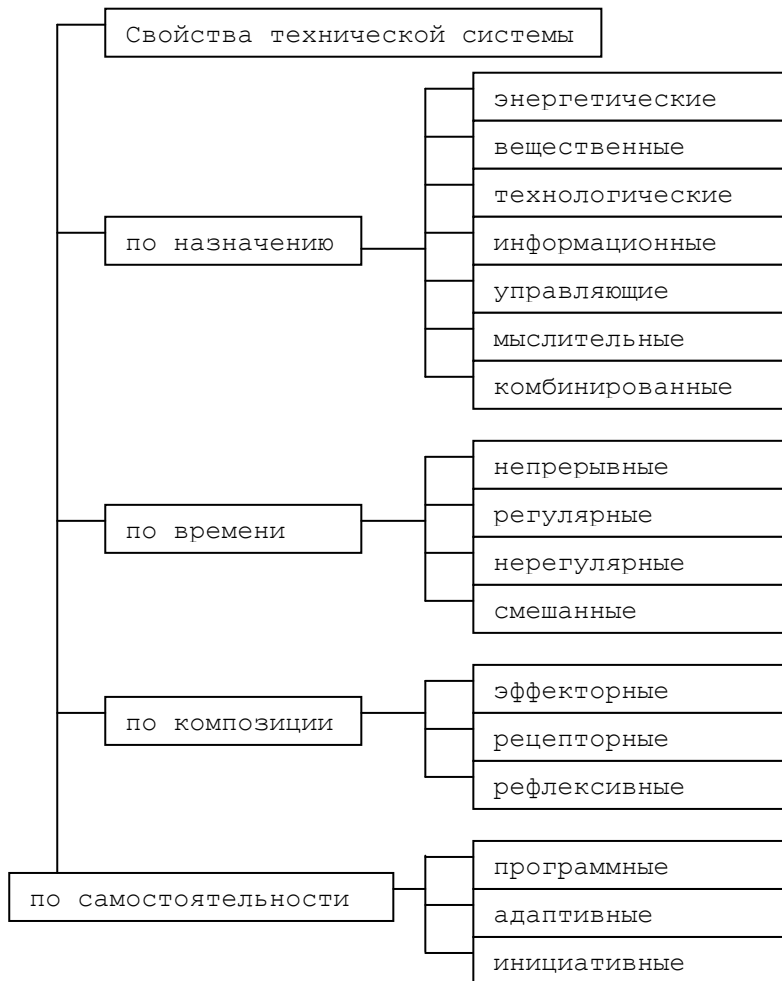


Рис. 17. Классификация свойств технической системы

ты разными методами: объединением, трансформацией, изменением соотношений размеров, перестановкой, инверсией, изменением степени динамизации, включением одного элемента в другой и т.д.

В этих случаях, а также при решении конструкторско-изобретательских задач по усовершенствованию известных технических объектов, можно применять матрицы двусторонних взаимоотношений элементов технического объекта.

При известном навыке применения метода матриц идей удобно использо-

вать комплекс двумерных (или трехмерных) матриц совместно с матрицами двусторонних отношений (рис. 19). Если устройство состоит из самостоятельных ме-

данного полезного решения.

Наиболее простой методический прием анализа отношений — выявление отношений и связей между двумя объектами или элементами. Такой анализ удобно провести, применяя матрицы двусторонних отношений. Они облегчают последовательный анализ отношений между всеми парами определенного множества рассматриваемых объектов или элементов (рис. 18).

После определения принципиальной структуры технического объекта целесообразно изучить взаимоотношения между элементами объекта. Такой анализ позволяет найти оптимальное конкретное решение воздействия на рассматриваемые элемен-

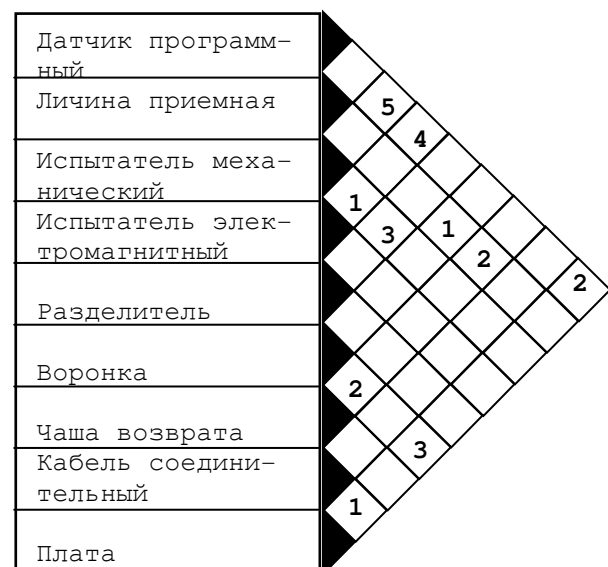


Рис. 18. Построение и анализ взаимоотношений между сборочными единицами технического объекта: матрица двусторонних взаимоотношений элементов монетного механизма торгового автомата: 1 - объединение; 2 - трансформация; 3 - взаимный обмен местами; 4 - уменьшение; 5 - унификация деталей.

ханизмов (узлов) M1 и M2, то путем построения матриц двусторонних отношений между узлами (детальями) этих механизмов и изучения возможности и целесообразности их преобразования (объединения, исключения, упрощения, трансформации, включения одного узла или детали в другой и т.п.) получаем идеи конструкции видоизмененных элементов. Так, например, первичные элементы a, b, c, d, e, f, g механизма (узла) M1 преобразуются в видоизмененные элементы A, B, C, D, E, F, G, причем отдельные первичные элементы в новом сочетании могут оказаться излишними. В другом случае после преобразования могут появиться новые элементы, выполняющие дополнительные функции, например, элементы 7(VII) в механизме M2.

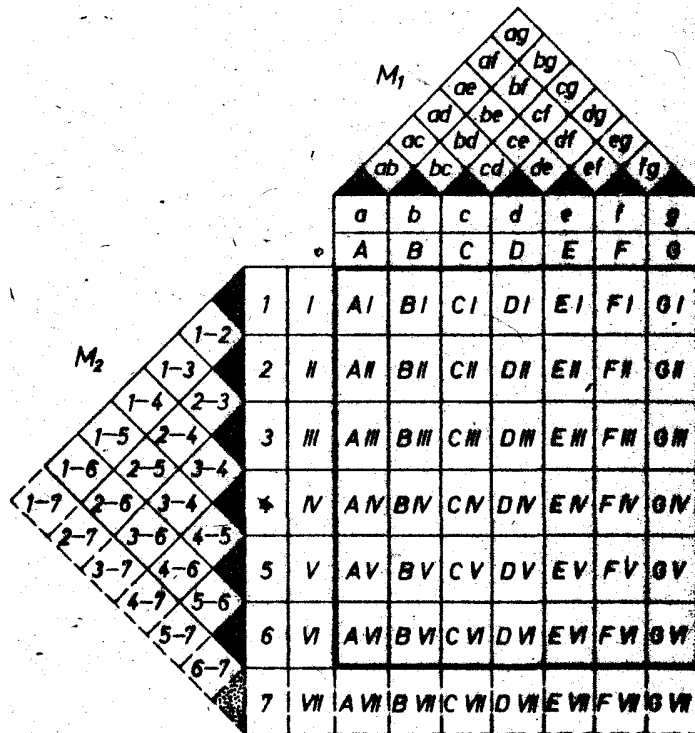


Рис. 19. Многомерная матрица взаимоотношений между механизмами и агрегатами объекта

Далее составляют комбинации из отдельных элементов механизмов (узлов). Выбираются только те механизмы (узлы), между элементами которых могут быть взаимоотношения и связи (взаимное усиление, взаимное торможение, регулирование, обратная связь и т.д.). Распространенными видами связи технических элементов являются связи по типу механической детерминации, субординации или корреляции. Наиболее элементарная связь элементов — связь по типу механической детерминации, сущность которой заключается в непосредственном контактном взаимодействии элементов между собой. При коррелятивной и субординационной связи детерминируется взаимодействие,

как правило, между далеко друг от друга расположенными элементами.

Особое внимание следует обратить на нахождение новых, ранее не замеченных связей и отношений между элементами объекта. Ведь иногда именно к этому сводится процесс создания изобретения.

При анализе двумерной матрицы окажется, что многие элементы между собой не сочетаются или не имеют связей. Такие комбинации сразу вычеркиваются. Остальные возможные комбинации сначала оцениваются с точки зрения эффективности для решения данной задачи. Принимая за основу наиболее эффективные комбинации, осуществляют вторую оценку комбинации элементов — на совместимость. Этим окончательно определяется оптимальный вариант (иногда 2-3 варианта) для последующего изучения и предварительной разработки.

Естественно, что оптимальный вариант будет содержать опять часть измененных элементов механизмов (узлов) объекта. Не лишним будет повторное построение матриц двусторонних отношений элементов отдельных механизмов (узлов) для выявления возможности упрощения конструкции.

В процессе решения изобретательских задач зачастую приходится комбинировать больше чем два элемента детали (характеристики, идеи). В таких случаях

можно применять многомерные матрицы. Распространены трехмерные матрицы разного назначения (морфологические ящики).

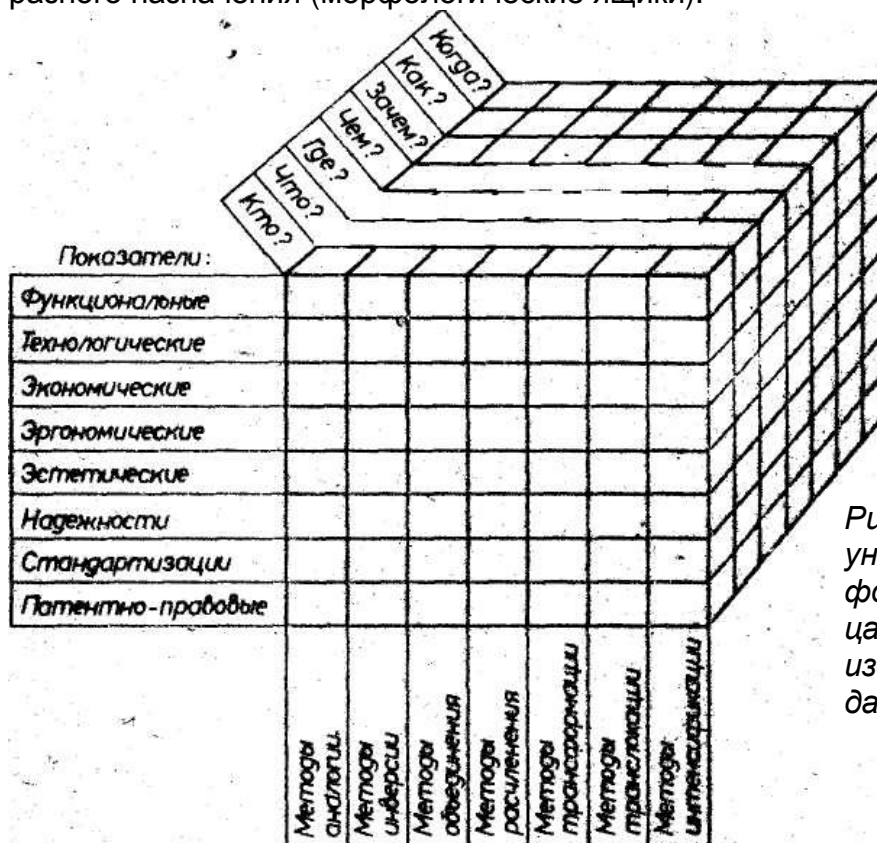


Рис. 20. Трехмерная универсальная морфологическая матрица для поиска решения изобретательских задач.

Традиционная трехмерная матрица, зачастую для наглядности изображаемая в виде куба, имеет три переменные: а) ключевые вопросы б) желательные качественные показатели технического объекта, в) методы поиска решения задачи (рис. 20).

Трехмерные координаты могут иметь и другие характеристики (табл.1).

Таблица 1

#### Характеристика трехмерных матриц поиска изобретательских идей

1-я переменная характеристика	2-я переменная характеристика	3-я переменная характеристика
Ключевые вопросы	Качественные показатели технического объекта	Методы поиска решения технической задачи
То же	Недостатки технического объекта	То же
Элементы технического объекта	Желаемые преимущества технического объекта	-"
Качественные показатели технического объекта	Основные принципы развития техники	-"
Форма технического объекта	Материалы изготовления объекта	-"
Функции технического объекта	Ключевые вопросы	-"
Физическая среда	Агрегатное состояние объекта	-"
Переменные характеристики одного элемента	Переменные характеристики другого элемента	Переменные характеристики третьего элемента

Если переменных характеристик, определяющих систему, больше трех, практическое применение многомерных матриц усложняется. Матрица с пятью переменными может иметь, например, следующий вид:



A1 A2 A3  
 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8  
 C1 C2 C3 C4  
 D1 D2 D3 D4 D5  
 E1 E2

Буквы обозначают переменные характеристики, индексы - отдельные возможные значения этих характеристик. В приведенном сравнительно простом примере общее количество возможных альтернативных вариантов составляет  $3 \times 8 \times 4 \times 5 \times 2 = 960$ .

В изобретательской практике часто встречаются задачи, содержащие значительно большее количество альтернативных вариантов. Нахождение множества, содержащего все возможные варианты, само по себе явление весьма положительное. Среди них часто находятся новые, еще не использованные в технике варианты. Однако в этом случае возникает весьма сложная проблема сравнения и оценки множества альтернативных вариантов. Для преодоления этой трудности применяются разные приемы:

- сокращение числа вариантов еще до составления матрицы путем исключения маловероятных, бесперспективных значений переменных;
- дробление многомерной матрицы на отдельные двумерные матрицы с последующим комбинированием элементов обычным табличным способом. Далее проводятся предварительная оценка комбинаций, исключение маловероятных комбинаций, из оставшихся комбинаций снова строятся двумерные матрицы и т.д. Прием, однако, не гарантирует выбора оптимального варианта;
- применение метода аппроксимации: из сокращенной матрицы выбирается идеальный элемент. Комбинации из отдельных элементов оптимизируются путем отбора лучшей их совместимости.

В процессе поиска решения изобретательской задачи могут применяться разнообразные таблицы.

Однако табличное упорядочение данных — это только предварительный прием представления информации. Смысл информации выявляется лишь путем ее анализа. Для облегчения проведения такого анализа и обеспечения его эффективности целесообразно информационные данные преобразовать в более компактную форму, так как она отражает существенные сведения.

Компактности информационных данных можно достигнуть путем группировки понятий со сходными признаками, что решается приемами классификации. Другой путь - это группировка признаков с общим характером изменений, это достигается анализом системы признаков. Лучшие результаты дает комбинированный подход — классификация объектов с тщательным анализом системы признаков.

Один из приемов анализа проблемной ситуации осуществляется в такой последовательности:

- составляется перечень всех факторов, в той или иной мере относящихся к проблемной ситуации}
- проводится классификация факторов по одному или нескольким существенным признакам;
- осуществляется ранжирование факторов по их важности в конкретных условиях;
- строится матрица двустороннего взаимодействия факторов, и проводится тщательный ее анализ.

Наиболее полный анализ проблемной ситуации можно провести с использо-

ванием многомерной матрицы анализа взаимоотношений. С помощью матрицы анализируются взаимоотношения и связи между актуальными общественными потребностями, всеми функциями технического объекта, его структурными элементами, возможными видами применяемых материалов, формой объекта и его составных частей. Матрица перекрывает все поле возможных взаимоотношений [14].

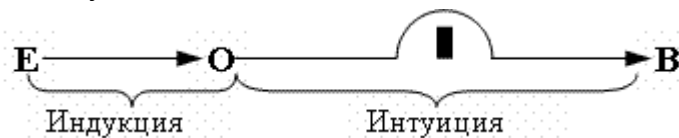
## 2.2. Гирлянды ассоциаций

Гирлянда (фр. *guirlande*, ит. *ghirlanda*) представляет собой вереницу последовательно подвижно или гибко соединенных объектов. Широко известны гирлянды цветов, зелени, узоров, гирляндные электростанции. В этом смысле цепи, автопоезда, вереницы связанных тросом баркасов, ковшей, элеватор являются гирляндами.

Объединение технических объектов в гирлянды аналогично функциональному назначению является старым эвристическим приемом. Каменный век оставил нам интересные образцы гирляндных украшений — ожерелья из раковин, костей, ягод, зубов, камешков.

Из принципа единства мира и ленинской теории отражения вытекает, что порядок и связь материальных, в том числе технических объектов, соответствует порядку и связи идей. Поэтому мышление как процесс активного отражения позволяет объединять, разделять, перемещать, комбинировать идеи, элементы сознания, ассоциации, образовать гирлянды понятий, умозаключений, образов. Для технического творчества исключительное значение имеет комбинирование ассоциаций.

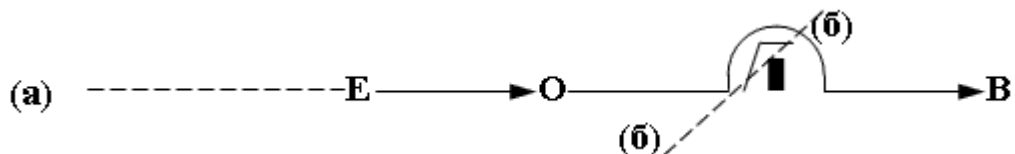
По мнению Б.М. Кедрова [17], процесс технического изобретения состоит из двух фаз: индукции и интуиции:



По этой концепции, создание изобретения осуществляется как всякий процесс движения познания: от единичного (Е) к особенному (О) и от особенного к всеобщему (В) через барьер (на рисунке — вертикальная жирная линия), разделяющий О и В. Преодоление барьера может облегчить подсказка, создающая трамплин для прыжка через барьер, изображенный на рисунке ломаной линией О.



Роль подсказки наиболее часто выполняют ассоциации



На рисунке прерывистой линией (а) изображен процесс поиска решения задачи, прерывистой линией (б) — случайно включившееся внешнее событие или явление, часть ее в момент пересечения линии (а) превратилась в ассоциацию и выполняла роль трамплина.

Ассоциациями по своей сущности являются отражения в сознании человека взаимосвязей предметов и явлений действительности в виде закономерной свя-

зи элементов сознания (ощущений, представлений). Ассоциации появляются, как правило, без активного восприятия. Их возникновение зависит от интересов субъекта, его индивидуальных особенностей и моментального направления сознания

Основоположниками учения об ассоциациях можно считать Платона и Аристотеля. Учение развивалось как в материалистическом, так и в идеалистическом направлениях. Ассоциативная психология пыталась объяснить все высшие психические процессы на принципе ассоциаций. Однако объяснить все мыслительные процессы только возникновением ассоциаций не удалось. Принцип ассоциаций удовлетворительно объясняет лишь одну сторону психических процессов, а именно: повторное воспроизведение уже бывших в опыте представлений или их связи. Для мышления также характерны диссоциация - разрушение связи между элементами познания, устранение причинных связей. Тем не менее, ассоциации представляют материал для мыслительных процессов. Психологические исследования показали, что возможности человека генерировать ассоциации практически лимитируются лишь фактором времени. По этой причине ассоциации имеют огромное значение как источник дополнительной информации в творческом процессе. Особенно ценно это по той причине, что творческая, например, изобретательская задача, всегда характеризуется дефицитом первоначальной исходной информации. Необходимую информацию изобретателю в творческом поиске приходится не только находить, но и в значительной мере творить, например, путем генерирования, комбинирования и оценки ассоциаций.

Ассоциации можно разделить на следующие основные виды: ассоциации по сходству, контрасту, смежности и смыслу. Целесообразность использования материала ассоциаций в техническом творчестве очевидна, если учесть, что ассоциации по сходству — это материал для эвристической аналогии, ассоциации по контрасту — материал для эвристической инверсии (обращения, антитезиса, поиска от конца к началу), ассоциации по смежности — материал для преобразования в пространстве и времени (трансформации, транслокации, интенсификации, объединения, расчленения). Ассоциации по смыслу представляют материал для семантической интерпретации проблемной ситуации, выявления причинно-следственных связей между техническим объектом, его элементами, человеком и средой и т.д.

В практике технического творчества успешно применяется серия приемов генерирования и осмысливания ассоциации с целью облегчения поиска решения технической задачи. Эти приемы условно можно разделить на две группы: приемы свободных ассоциаций и приемы направленных ассоциаций. Первые и вторые основываются на использовании слов-раздражителей, влекущих за собой быструю реакцию извлечения из памяти других слов.

К приемам свободных ассоциаций причисляются приемы генерирования ассоциаций с помощью ключевых слов-раздражителей при условии, что семантические и грамматические категории генерируемых ассоциаций никак не лимитируются, ассоциации могут быть выражены единым словом — именем существительным, глаголом, любыми синтаксическими фигурами; разными семасиологическими категориями, предложениями в виде каламбуров, реплик, всерьез или в шутку.

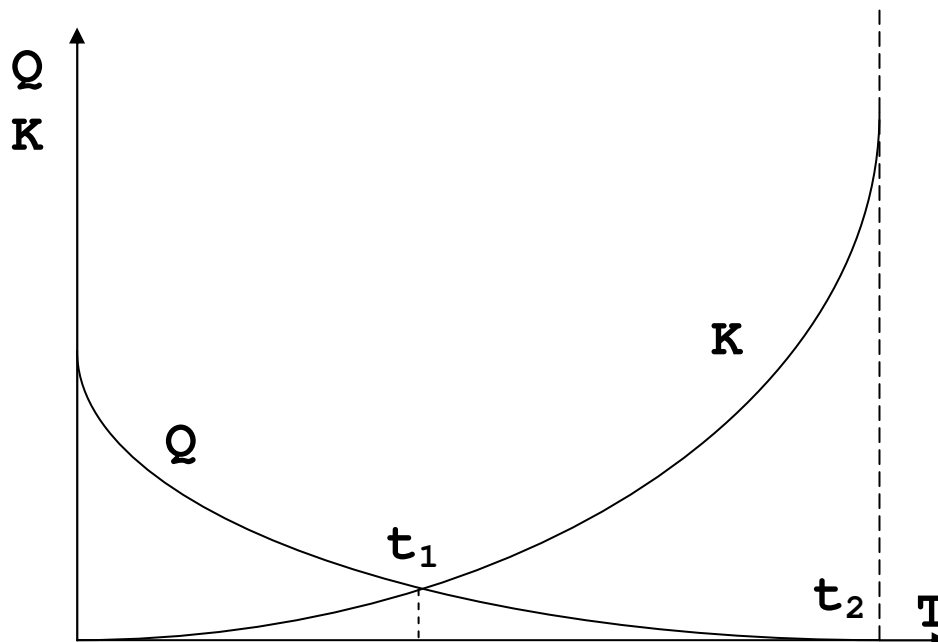
Простейший прием генерирования свободных ассоциаций — быстрый ответ на одно стимулирующее слово. Обычно этот прием применяется при групповом генерировании ассоциаций.

Прием продолжающегося генерирования ассоциации на одно ключевое стимулирующее слово осуществляется таким образом, что отдельный человек или

группа людей ведут многократный поиск ассоциаций на одно и то же слово, причем каждый ответ обычно лимитируется во времени, например, в течение одной минуты. Прием используется для выявления первичного ассоциативного поля слова-раздражителя.

Идея генерирования свободных ассоциаций была высказана В. Вундтом. Позже К. Юнг выявил некоторые закономерности появления свободных ассоциаций. Оказалось, что эффективное переживание, глубокая эмоциональность влияют на тип ассоциаций, генерируемых посредством предложения ключевого слова-раздражителя. Если слово-раздражитель не затрагивает эмоциональную сферу индивида, то возникают обычные, тривиальные ассоциации. В противном случае возникающие ассоциации более оригинальны, объединяют представления, которые в силу глубокого переживания их данной личностью складываются в определенные комплексы. Однако бывают случаи, когда индивид не реагирует на слово-раздражитель или упорно повторяет одно и то же слово. Это объясняется тем, что слово-раздражитель ассоциативно связано с аффективно-эмоциональными переживаниями индивида, которые он подсознательно или даже частично сознательно хочет скрыть. Эмоциональные переживания влияют на скорость генерирования ассоциаций, обычно замедляя ход их образования.

Эффективность генерирования оригинальных ассоциаций зависит от общего активного репертуара слов индивида. Однако при генерировании свободных ассоциаций немаловажным является фактор продолжительности генерирования. Взаимная зависимость между количеством свободных ассоциаций, степенью их оригинальности и продолжительностью генерирования показана на рис. 21. Следует еще отметить, что чем больше появляется оригинальных слов в сознании индивида при актуальной сознательной деятельности, тем более интенсивно подсознательное мышление.



*Рис.21. Взаимозависимость количества, степени оригинальности и продолжительности генерирования свободных ассоциаций.*

Генерирование ассоциаций для целесообразного их использования в творческом процессе изобретателя требует некоторых навыков, тренировки, что повышает общий активный репертуар индивида. Особенно полезна тренировка для нахождения взаимоотношений разных слов. Этот вид генерирования свободных

ассоциаций исключительно полезен для изобретателя, так как создание изобретений нередко становится возможным лишь при выявлении ранее не замеченных взаимоотношений и связей. Поэтому при анализе ключевых понятий проблемной ситуации и задачи важно находить ассоциации их взаимоотношений и связей. Тренировать эту способность можно путем попыток нахождения взаимоотношений между любыми wybranными наугад словами, например:

<b>Заданные слова</b>	<b>Ассоциации</b>
Космонавт - чабан - трактор	Работа
Парашют — автомат — вагонетка	Подъемная клеть
Женщина — джаз — мужчина	Танцы
Беда — ябеда — победа	Еда
Экран - отверстие — ящик	Камера-обскура
Орган — орудие — мышление	Движение
Коза— одиночество —остров	Робинзон

Метод направленных ассоциаций заключается в генерировании ассоциаций при условии детерминирования их семантических или грамматических категорий.

В практике технического творчества применяется несколько приемов генерирования направленных ассоциаций. Прием реверсированных ассоциаций осуществляется путем принятия исходного слова за ассоциацию и выявления слов, которые могли бы быть источником ее, причем или задается грамматическая категория искомым слов, или лимитируется вид ассоциации (по смежности, аналогии, контрасту, смыслу, созвучию). Иногда ведется поиск структурных супрасистем и субсистем, с которыми ассоциируется исходное ключевое слово-раздражитель.

Наиболее часто детерминируется семантическая категория искомым ассоциаций, ведется поиск синонимов, антонимов, перифраз, гипербол, литот, метафор, разных интерпретаций явления. Реже детерминируется грамматическая категория ассоциаций, например, ведется поиск прилагательных к ключевому слову, слов, рифмующихся с данным словом.

Следует отметить, что исходным раздражителем при генерировании ассоциации могут быть не только слова-раздражители, но и определенные ощущения (тактильные, визуальные, аудиовизуальные, кинестезические и др.), сигналы, модели, рисунки, предмета, живая природа.

По мнению ряда исследователей, число прямых первичных ассоциаций на ключевое слово-раздражитель в среднем около 10. Такие первичные ассоциации слова, ассоциативная заготовка используются в мышлении для ускорения мыслительного процесса. Отсутствие этих заготовок, получивших в психологии наименование "гроздей ассоциаций", приводит к разорванности мышления, к случайности в его движении.

Первичное ассоциативное поле, содержащее "гроздь ассоциаций" на определенное слово-раздражитель, имеет выраженное индивидуальное содержание. Практически нет ни одного человека из тысячи, который образовал бы свою "гроздь" на определенное слово-раздражитель полностью из тех же элементов, что и кто-либо другой из остальных 999.

Однако если отдельная "гроздь ассоциаций" выражает субъективное отношение индивида к определенному слову-раздражителю, то "гроздь ассоциаций", образованная путем генерирования ассоциаций творческим коллективом, уже содержит в значительной мере большее количество объективно, по существу связанных со словом-раздражителем понятий и поэтому позволяет глубже познать его сущность. В этих целях успешно можно использовать три вида "грозди

ассоциаций" коллектива: а) большую гроздь, содержащую все высказанные, отличающиеся друг от друга ассоциации; б) малую гроздь, содержащую все повторно (два или более раза) высказанные ассоциации; в) оригинальную гроздь, содержащую неповторяющиеся ассоциации.

Кроме "грозди прямых первичных ассоциаций", высказываемых обычно без замедления, человек может генерировать значительное количество дополнительных ассоциаций на то же слово-раздражитель. Особенно ярко это выражается у людей с широким кругом интересов, высоким уровнем общей культуры, так как более широкий кругозор позволяет лучше увидеть проявления всеобщей связи материального мира и его отражений в нашем сознании.

Генерирование дополнительных ассоциаций после выявления "грозди прямых первичных ассоциаций" имеет большое практическое значение для методики технического творчества. Именно эти ассоциации позволяют выявлять нетривиальные существенные свойства рассматриваемых понятий. Если "гроздь первичных прямых ассоциаций" - это готовый ассоциативный шаблон мышления, то "рой вторичных ассоциаций" состоит, как правило, из нешаблонных ассоциаций, обуславливающих и предопределяющих ход нешаблонного мыслительного процесса (рис. 22).

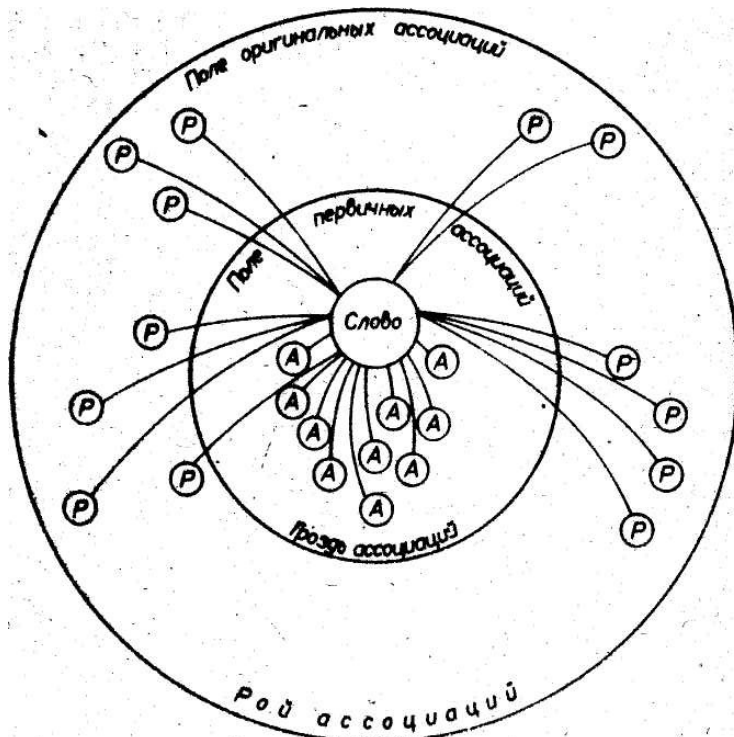


Рис.22. Генерирование свободных ассоциаций: гроздь и рой ассоциаций.

Интерес для методики

технического творчества представляет нахождение ассоциативных переходов между двумя понятиями. Установлено, что между любыми двумя понятиями можно установить ассоциативный переход длиной в четыре-пять шагов. Так, например, переход от понятия "древесина" к понятию "мяч", которые являются весьма отдаленными, можно осуществить: древесина — лес — поле — футбольное — мяч. Аналогично осуществляется переход от понятия "небо" к понятию "чай": небо — земля — вода — пить — чай. Такую ассоциативную цепочку мы называем гирляндой ассоциаций.

Прием генерирования гирлянды ассоциаций заключается в последовательном генерировании ассоциаций таким образом, что ассоциация на ключевое слово является словом-раздражителем для следующей ассоциации, последняя служит словом-раздражителем для третьей ассоциации, и т. д. (рис. 23).

Стратегия гирлянд ассоциаций, созданная автором настоящей работы, с 1964 года применяется в обучении методике технического творчества новаторов, в системе обучения техническому творчеству латвийских новаторов техники. Стратегия оказалась эффективной для генерирования новых изобретательских идей. Она позволяет быстро найти значительное количество подсказок для новых идей. Рассмотрим простой пример.

Задача. Предложить новые и оригинальные полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики.

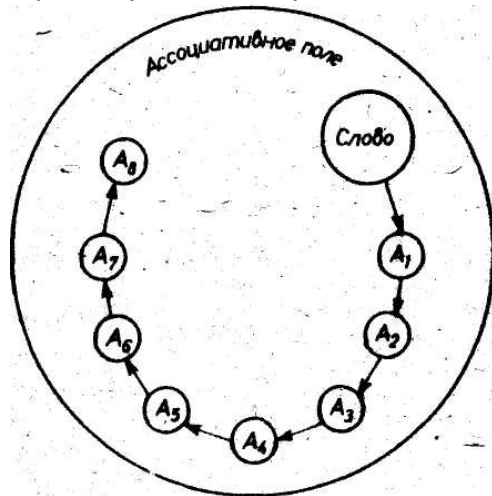


Рис. 23. Гирлянда ассоциаций

1-й шаг поиска решения. Определение синонимов объекта.

Синонимами объекта "стул" являются: кресло, табуретка, пуф. Составляем гирлянду синонимов: стул — кресло — табуретка — пуф.

2-й шаг. Произвольный выбор случайных объектов.

Совершенно случайно, например, открыв наугад энциклопедический словарь, отбираем несколько имен существительных, которые образуют вторую гирлянду — гирлянду случайных объектов, например: электролампочка — решетка — карман — кольцо — цветок — пляж.

3-й шаг. Составление комбинаций из элементов гирлянды синонимов и элементов гирлянды случайных объектов.

Составляются комбинации из двух элементов путем попытки объединения каждого синонима рассматриваемого объекта с каждым случайным объектом. Таким путем получаем: стул с электролампочкой, решетчатый стул, стул с карманом, стул для цветов, стул для пляжа, электрическое кресло, табуретка для цветов.

4-й шаг. Составление перечня признаков случайных объектов.

Определяются признаки случайно выбранных объектов. Для удобства целесообразно составлять таблицу признаков (табл.2).

Таблица 2

Наименование случайного объекта	Признаки объекта
Электролампочка	Стеклопанная, свето- и теплоизлучающая, электрическая, колбообразная, прозрачная, с цоколем, с электроконтактами, матовая, цветная
Решетка	Металлическая, пластмассовая, плетеная, сварная, кованая, гибкая, жесткая, крупная, мелкая, с одинаковыми ячейками, с неодинаковыми ячейками, из разных по толщине, материалу элементов,
Карман	Передний, боковой, задний, наружный, внутренний, накладной, ложный, с молнией, для хранения документов, сигарет, зажигалки, носовых платков, денег, письменных принадлежностей, зеркала, карманного фонаря, карманного радиоприемника
Кольцо	Металлическое, деревянное, пластмассовое, витое, сплошное, надувное, эмалированное, с гальваническим покрытием, с гербом, орнаментом, драгоценными камнями, часами, вделанным радиоприемником, для спортивных упражнений, кольцо Сатурна, с прорезью для кольцевания птиц.
Цветок	Одноцветный, многоцветный, душистый, колоколообразный, колбообразный, чашеобразный, пятнистый, автоматически поворачивающийся к солнцу, зонтичный, самораскрывающийся, полевой, горный, осенний, водяной, садовый, балконный, весенний, осенний, табачный, с шипами, васильковый, симметричный, ночцветный, тонколистый, лекарственный, волосистый, водяной
Пляж	Морской, речной, солнечный, песчаный, галечный, гладкий, бугристый, узкий, широкий, длинный,

5-й шаг. Генерирование идей путем поочередного присоединения к техническому объекту и его синонимам признаков случайно выбранных объектов-

Так, например, присоединяя к гирлянде синонимов "стул - кресло - табуретка - пуф" гирлянды признаков электролампочки, можно получить следующие соединения: стеклянный стул, теплоизлучающее кресло, колбообразный пуф, прозрачное кресло, табуретка с цоколем, стул с электроконтактами, матовое кресло, металлический стул, пластмассовый стул, плетеное кресло, кованая табуретка, гибкий пуф, разноцветный пуф, кресло с карманом для хранения сигарет и зажигалки, надувной пуф, эмалированная табуретка, пуф с орнаментом, кресло со встроенным радиоприемником, кресло с вделанными часами, кресло с зонтиком, и т.д.

Аналогично образуется перечень новых конструкций, получаемых путем поочередного присоединения к гирлянде синонимов признаков других случайных объектов — решетки, кармана, кольца, цветка и пляжа.

6-й шаг. Генерирование гирлянд ассоциаций. Поочередно из признаков случайных объектов, выявленных на 4-м шаге, генерируются гирлянды свободных ассоциаций.

Рассмотрим, например, генерирование гирлянды ассоциаций по первому признаку случайного объекта "электролампочка". Этим признаком является эпитет "стеклянная". Гирлянда ассоциаций создается путем постановки вопроса: "Что напоминает слово "стеклянная"?" Ответ может быть, например: "Стеклянное волокно". Далее задается второй вопрос: "Что напоминает слово "волокно"?" Кому-нибудь это может напоминать плетение, вязание. Аналогично, продолжая поиск элементов гирлянды ассоциации, можно увеличить длину гирлянды. Вязание может напомнить бабушку, лечащую ревматизм на курортах юга, где от жары можно укрыться в тени или под зонтиком, напоминающим крышу садовой беседки, под которым отдыхают в летние солнечные дни. Солнце может нам напомнить эллиптические орбиты, по которым движутся планеты и летают космонавты, которых так любят дети. Дети посещают школы, имеющие свои кино-передвижки. Понятие "передвижка" может ассоциироваться с передвижением швейной машины на колесиках. Колесо изобретено в Индии, которая расположена далеко. Дальние расстояния быстрее всего преодолеваются на самолете. Самолетами управляют летчики, которые в случае аварий могут катапультироваться. Катапульты применяются для запуска летательных аппаратов в воздух с военных кораблей, охраняющих морские границы. На морских пляжах отдыхают отпускники и т.д.

Гирлянда ассоциаций в этом случае будет выглядеть следующим образом: стекло — волокно — вязание — бабушка — ревматизм — курорт — юг — жара — спасение — тень — зонтик — крыша — сад — беседка — лето — солнце — эллипс — орбита — планета — космонавт — дети — школа — кино — передвижка — швейная машина — колесо — Индия — самолет — летчик — авария — катапульты — летательный аппарат — воздух — военный корабль — море — граница — пляж — курорт — отпускник.

Аналогичным образом создается гирлянда ассоциаций по всем другим признакам электролампочки. Затем генерируются гирлянды ассоциаций по всем признакам других технических объектов, перечисленных в таблице четвертого шага.

7-й шаг. Генерирование новых идей.

К элементам гирлянды синонимов технического объекта - поочередно пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций.



Так, например, используя только первую гирлянду ассоциаций, можно получить следующие сочетания: стеклянный стул, кресло из стекловолокна, вязаный пуф, табуретка для бабушки, кресло для лечения ревматизма, курортное кресло, кресло от жары (или создающее жару), спасательный стул, кресло с зонтиком, кресло с крышей, садовый стул, табуретка для беседки, летний стул, солнечное кресло {для загара), кресло для отдыха, эллипсообразный пуф, стул для космонавта, детская табуретка, школьный стул, кресло для кинозала, кресло на колесах, индийский пуф, самолетное кресло, кресло летчика, спасательный стул при авариях, катапультируемое кресло, кресло для летательных аппаратов, пуф, наполненный воздухом, корабельное кресло, кресло для пляжа и т.д.

8-й шаг. Выбор альтернативы.

На этом этапе решается вопрос: продолжать генерирование гирлянд ассоциаций или их уже достаточно для отбора полезных идей.

После предыдущего шага нам уже известно, есть ли среди сочетаний синонимов технического объекта с элементами гирлянд ассоциаций достаточное количество оригинальных и заманчивых идей. Если по предварительной оценке таких идей мало, можно продолжить создание гирлянд ассоциаций, начиная с какого-нибудь нового элемента гирлянд, созданных на 6-ом шаге, и действуя подобным же образом.

9-й шаг. Оценка и выбор рациональных вариантов идей. Отбор рекомендуется производить в несколько этапов. Сперва вычеркиваются явно нерациональные варианты. Затем из общего количества отбираются наиболее оригинальные варианты сомнительной полезности. Это решения, которые привлекают своей неожиданностью, удивляют нас подходом, которому мы еще не встречали аналогии. На первый взгляд они кажутся бесполезными или малоперспективным в смысле удовлетворения актуальных общественных потребностей. Список таких вариантов целесообразно изучить через некоторое время с привлечением экспертов или творческого коллектива.

В список рациональных решений включаются варианты, наилучшим образом отвечающие нашим конкретным целям, требованиям производства, возможностям и актуальным потребностям.

10-й шаг. Отбор оптимального варианта.

Отбор оптимального варианта из рациональных осуществляется разными приемами оптимизации. Весьма простым и эффективным является метод экспертной оценки.

Анализ показывает, что найденные идеи разнообразны по своему существу и в данном случае могут быть классифицированы по предлагаемому изменению:

- функционального назначения объекта (кресло для лечения ревматизма, кресло для загорания и т.д.);
- конструкция объекта (кресло с зонтиком, кресло со встроенным радиоприемником и т.д.);
- технологии изготовления объекта (плетеное кресло, эмалированный стул и т.п.);
- материала (стеклянный стул, пластмассовое кресло и т.п.);
- формы объекта (чашеобразное кресло, эллипсообразный стул и т.п.);
- принципа действия (передвижной стул, катапультируемое кресло);
- внешнего вида и оформления (прозрачное кресло, разноцветный пуф и т.п.).

Идеи, классифицированные подобным образом, иногда целесообразно комбинировать, для того чтобы конкретизировать идею создания нового объекта. Так, можно получить, например, идеи создания чашеобразного теплоизолирующего эмалированного металлического передвижного кресла для лечения ревматизма, эллипсообразного пластмассового кресла с зонтиком и т.д.

### 2.3. Стратегия семикратного поиска

Идея, правильность которой особенно ярко подтверждается в эпоху современной научно-технической революции – обратить главное внимание в творческом процессе не на знания, не на результаты творчества, а на методы их получения и преобразования, впервые появилась в древней Греции. В трудах Архимеда Сиракузского, Аполлония Пергейского и Паппа Александрийского были заложены основы эвристики. Гераклит Эфесский отказался от царского трона, чтобы разработать законы борьбы противоречий. Сократ вел свои знаменитые диалоги, призывая к освоению "искусства повивальной бабки", предназначенного для активизации творческих способностей собеседников.

В средних веках родилась заманчивая идея об универсальном методе мышления и творчества. Однако постепенно стало ясно, что мечта о едином универсальном методе познания и творчества, обладающем свойством результативности, всегда останется только мечтой. Нет никаких надежд также, что окажется верной идея решения методологических проблем познания и творчества исключительно средствами формальной логики, выдвинутая Бернардом Больцано, развитая Э. Гуссерлем и представителями логического позитивизма и эмпиризма.

В современной изобретательской и конструкторской практике большую популярность приобрели эвристические алгоритмы, программы поиска новых решений, методики, основывающиеся на некоторых отдельных принципах психоэвристического стимулирования или советах по управлению творческим процессом. Таким основанием служат некоторые типы аналогий, узко понимаемые виды противоречий, частные виды анализа с последующим синтезом или без него, приемы ускоренного диспута с отсроченной оценкой, разновидности игровой деятельности — деловые игры, прием извращения традиционного решения до неузнаваемости и т.п..

Если отбросить некоторые явные заблуждения, большинство упомянутых концепций базируется на известных операциях мышления, действительных механизмах творческого процесса. Главный и весьма серьезный недостаток этих алгоритмов и программ заключается в идеалистическом возведении одной из черточек, сторон, граней познания и творчества в абсолют, что тормозит творческую мысль, ограничивает пространство поисков, убивает творчество в зародыше.

В эвристике для изобретателей в настоящее время наиболее плодотворными на практике сказались два подхода. Первый направлен на создание специальных эвристических программ для усовершенствования конкретных и уже известных технических объектов — подъемных механизмов, редукторов, фильтров, сверлильных станков и др. Примером подобных эвристических программ может служить, например, одна из первых практически применяемых программ подобного рода — эвристический метод балансирования работы сборочного конвейера [24].

Второй универсального типа подход направлен на использование всех известных осознанно-логических операций мышления и их разновидностей, эффективность применения которых в изобретательской практике уже подтверждена. Примером такого подхода является обобщенный эвристический алгоритм поиска новых технических решений А.И. Половинкина [21, 22], предназначенный

для решения конструкторско-изобретательских задач в режиме "человек-ЭВМ".

Первый подход широко применяется, и эффективность его применения доказана. Однако существенным недостатком является его непригодность для поиска новых принципов работы и существенно новых технологических способов. Кроме того, для усовершенствования известной техники требуется разработка огромного числа специальных эвристических алгоритмов.

Второй подход принципиально пригоден для создания автоматизированной системы творческого технического проектирования и конструирования с применением ЭВМ. Большинство отдельных элементов и эвристических программ этого подхода проверены на практике и дали весьма обнадеживающие результаты. Применение более четырехсот упомянутых методических приемов в алгоритме А.И. Половинкина этот подход выгодно отличает его от всех других известных алгоритмов и программ поиска, предназначенных для аналогичных целей и включающих единичные или несколько десятков приемов. Однако подход в настоящее время не содержит приемов интуитивно-практического мышления, полезность применения которых не вызывает сомнения. Упомянутый недостаток пытаются устранить стратегия семикратного поиска.

Отличительной особенностью стратегии семикратного поиска решения изобретательских задач является совместное комплексное применение осознанно-логического и интуитивно-практического подходов. Главным методологическим средством стратегии является системология, содержащая функциональный, структурный и исторический методы, применение которых признается необходимым в до-статочным в процессе системного технического творчества.

Стратегия семикратного поиска осуществляется путем выполнения семи последовательных стадий, на которые условно делится единый творческий процесс изобретения.

Первая стадия включает генезис проблемной ситуации. Предполагается, что для создания методики изобретательства необходима не только и не столько модель процесса мышления отдельного новатора техники, сколько модель грандиозного тела человеческой культуры и цивилизации, внутри которого индивид сам по себе изолированно мыслить способен так же мало, как и отдельный нейрон. Признание факта, что уровень творческих достижений человека определяется вовсе не его индивидуально-морфологическими особенностями, а объемом той сферы культуры, которую этот индивид усвоил, превратил в личное достояние, естественно, влечет за собой требование использовать исторический метод осмысливания проблемной ситуации.

Первоначальное задание изобретателю, продиктованное практикой или тематическим планом, является лишь толчком к изобретательской деятельности. Поиск начинается выявлением генезиса проблемной ситуации, ее происхождения и развития (табл. 3). В период, начиная с зарождения проблемной ситуации в прошлом до пределов кратко- или среднесрочного прогнозирования будущего, выявляются причинные факторы возникновения и преобразования проблемной ситуации. Особое внимание обращается на изучение развития общественных потребностей как главного причинного фактора возникновения проблемной ситуации и средств удовлетворения этих общественных потребностей, примененных в прошлом и настоящем.

В результате анализа обычно строятся два графа типа иерархического дерева. Первый отражает развитие и разветвление общественных потребностей, второй — развитие средств их удовлетворения. Накладыванием одного графа на другой выявляются противоречия между общественными потребностями и средствами их удовлетворения, служащие предпосылками для исходной формули-

ровки изобретательской задачи. Для осуществления формулировки определяется общая цель, выявляются другие задачи, направленные на достижение аналогичной цели (табл. 4). Анализируя доступную информацию, преимущественно патентно-техническую и специальную, составляют перечень известных средств достижения аналогичных целей. В случае недостаточности этих средств осуществляется исходная формулировка изобретательской задачи в общем виде без специфических терминов и ограничений всеми возможными средствами: в виде словесного описания, схем, графов, формул и др. Первая стадия заканчивается уточнением искомых компонентов задачи и первоначальным выбором направления поиска.

Таблица 3

Генезис проблемной ситуации											
Расчленение	Исследование причинных факторов								Обобщение факторов		
Периоды времени	Потребности						Технические средства		Потребности	Технические средства для 10	Между 10 и 11 в настоящем и будущем
	Общие общественные	Частные общественные	Личные	Прочие причинные факторы	Отмершие	Возрождающиеся и зарождающиеся	Использованные	Неиспользованные и отвергнутые			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

\* Рекомендуемые периоды генетического исследования:

- 1) период начала удовлетворения данных потребностей;
- 2) период наибольшего развития средств для удовлетворения потребностей: а) в прошлом: б) в настоящее время; в) через 10-15 лет; г) по данным краткосрочного прогнозирования; д) в отдаленном будущем (по данным долгосрочного прогнозирования и научной фантастики).

Таблица 4

Исходная формулировка изобретательской задачи											
Общая цель	Выявление других задач поиска инвариантов цели				Анализ информации	Общая формулировка задачи				Искомое	
	Обходная	Более общая	Аналогичная	Инвертированная		Средства достижения целей	Словесная	Графическая	Логико-математическая	Вещественная модель	Неизвестные компоненты задачи формулировок 7-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 5

Анализ функций поисковой системы											
Формулировка задачи	Выявление оптимальных функций системы								Преобразование аналогов		
	Энергетической	Технологической	Транспортной	Контрольной	Информационной	Управляющей	"мыслительной"	Граф комплекса 2-3	Простейшие функциональные аналоги 2-3	Причины функциональной недостаточности 10	Преобразование аналогов с учетом 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Вторая стадия характеризуется проведением анализа функций искомой тех-



чать с использования приема осознанно-логического варьирования факторами, от которых зависит оптимальное функционирование технической системы (табл. 6). Для этого изобретательская задача расчленяется на подзадачи с таким расчетом., чтобы каждая из последних имела, содержала одну проблему, выражаемую в одном вопросе. Устанавливается логическая последовательность поиска решения подзадач, и составляется перечень факторов по каждой задаче.

Таблица 6.

## Осознанно-логическое варьирование факторами

Анализ задачи "пандус"			Разбор процедур "трамплин"		Генерирование идей "полет"					Систематизация "посадка"	
Граф решаемых задач и подзадач	Последовательность решения	Перечень факторов	Отбор варьируемых факторов	Выбор приемов варьирования	Интеррогативный поиск	Традиционные рациональные приемы	Графы	Матрицы	Комплексы средств поиска	Синтез идей	Классификация идей и определение полноты решения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Для варьирования факторов выбирается, в зависимости от характера конкретной задачи, несколько способов. Наиболее часто используется один или два фактора при неизменных остальных, или варьированию подвергается группа основных взаимосвязанных факторов, т.н. гирлянда факторов. Для облегчения генерирования идей путем осознанно-логического варьирования факторами наиболее часто используется интеррогативный поиск, рациональные приемы преобразования объекта, графы и матрицы идей, а также их комплексы. С целью осуществления интеррогативного поиска чаще всего применяются вопросники. Вопросник для поиска решения конструкторско-изобретательских задач содержит около 150 вопросов. К традиционным рациональным приемам преобразования условно причисляются приемы аналогии, инверсии, анализа (расчленения), синтеза (объединения), трансформации, транслокации, темпоральных изменений и их многочисленные разновидности. Весьма полезной оказалась система графов связей, особенно графов типа разветвляющегося дерева, ориентированного на цель или на процесс, графов решений и графов структурных связей. Система матриц изобретательских идей включает матрицы ключевых вопросов, бинарных и многосторонних взаимоотношений элементов, качественных показателей, приемов поиска, разных переменных характеристик. Из множества осознанно-логических приемов варьирования факторами для решения каждой изобретательской задачи выбираются наиболее подходящие комплексы их. Выбор осложнен противоречием: чем более результативным оказался прием в процессе аналогичных ситуаций, тем менее оригинальные решения следует ожидать от его применения. Противоречие устраняется разными приемами, выбором наименее результативных; прямо противоположных традиционным; варьированием состава комплекса приемов; увеличением количества численных проб.

Использование осознанно-логических приемов поиска весьма действенно, однако наиболее оригинальных результатов, хотя и менее часто, можно достичь приемами интуитивно-практического поиска (табл. 7). К ним в первую очередь следует причислить генерирование свободных или детерминированных ассоциаций, особенно методом гирлянд ассоциаций, применение тезаурусов изобретательских идей, проведение творческих дискуссий, изобретательских игр и "диких" экспериментов. Первые два приема алгоритмизированы для применения в режиме "человек - ЭВМ", остальные принципиально поддаются алгоритмизации на уровне эвристических алгоритмов. Генерирование идей заканчивается их синтезом, систематизацией и объединением в комплексы с целью определения

полноты достигнутого решения общей задачи.

Таблица 7.

## Интуитивно-практический поиск изобретательских задач

"Пандус"			"Трамплин"		"Полет"						"Посадка"
Преобразование задач			Выбор эвристических средств		Генерирование идей						Систематизация
Перечень последовательно решаемых задач, подзадач	Найденные варьированием факторов, идей	Переформулировка идей с учетом отрицания	Подсказки от извещенных идей	Определение стратегии и программы поиска	Гирлянды ассоциаций	Тезаурусы идей	Изобретательские игры	Творческие дискуссии	"Дикие" эксперименты	Синтез идей	Классификация идей и определение полноты решения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Содержание последней стадии процесса поиска принципиально показано на табл. 8 и 9.

Таблица 8.

## Оценка альтернативных идей

"Пандус"				"Трамплин"	"Полет"			"Посадка"			
Введение лимитов				Выбор средств	Преобразование идей		Синтез идей	Оценка альтернатив		Оценка побочных результатов	
Перечень найденных идей	Лимиты и ограничения	Пожелания	Требования к идеальному объекту	Перечень средств преобразования идей	С учетом 4	С учетом 2	С учетом 3	Альтернативные решения задачи	Рациональные альтернативы	Оптимальные альтернативы	Перечень побочных идей и решение об использовании
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 9.

## Конкретизация изобретательских задач

"Пандус"	"Трамплин"	"Полет"								"Посадка"	
Конкурирующие варианты	Выбор средств конкретизации	Превращение идей в конкретную схему								Решение	
		Наложение ограничений	Упрощением	Заменой элементов	Варьированием материалов	Варьированием формой	Варьированием средой	Методами эргонормии и стандартизации	Синтез вариантов решений	Определение оптимального варианта	Графическое, правовое и эстетическое оформление вариантов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Стратегия семикратного поиска решения изобретательских, преимущественно конструкторских, задач применяется для обучения конструкторов и новаторов производства в СССР, в первую очередь в Латвийской ССР, с 1964 г. и направлена на подготовку самостоятельно работающих изобретателей.

Опыт практического применения стратегий позволяет сделать ряд выводов:

а) наиболее оригинальные и полезные решения изобретательских задач достигаются комплексным применением осознанно-логических и интуитивно-практических приемов поиска;

б) введенный в стратегию прием генезиса проблемной ситуации и изобретательской задачи обладает высокими эвристическими свойствами, и его использование оказалось полезным во всех случаях;

в) вследствие действия закона спиралеобразного развития техники изобрета-

тельские идеи не исчезают и могут быть эффективно использованы на более высоком уровне развития производительных сил, позволяющем совершенствовать старые идеи. По этой причине принятая в патентоведческой практике граница ретроспективного поиска информации с глубиной 5-15 лет совершенно недостаточна для изобретателя. Генезис проблемной ситуации целесообразно начать с момента ее возникновения впервые;

г) первоначальную постановку изобретательской задачи целесообразно осуществлять в общем виде без упоминания ограничений и лимитов, необоснованно суживающих пространство поиска. Ограничения должны применяться после генерирования идей в процессе их превращения в конкретную схему;

д) мысленные эксперименты изобретателя имеют дискретную характеристику, подобно квантовым событиям, осуществляются неоднократно повторяемыми циклами, в результате которых появляются альтернативные идеи, откорректированные с учетом опыта поиска во время предыдущих циклов;

е) структура стратегии поиска решений изобретательских задач в значительной мере определяется изменчивой структурой проблемной ситуации или задачи.

### **Послесловие**

Современная научно-техническая революция обуславливает возрастающие качественные требования к творческому труду изобретателей и новаторов производства. Создание высокоэффективных технических объектов, конструкций, технологических способов и материалов является одним из главных средств более полного удовлетворения постоянно возрастающих общественных и личных потребностей людей. Достижение этой цели может быть значительно облегчено изучением и практическим освоением эвристики для изобретателей.

Система методологических средств изобретателя не замкнута, не ограничена только рассмотренными в данной работе эвристиками — это открытая, динамическая, непрерывно развивающаяся система. Она становится эффективной лишь тогда, когда эвристические средства преломляются через субъективную призму восприятия и практически освоены в процессе творческого труда. Изобретатель — не Робинзон на необитаемом острове, его успех зависит от степени использования знаний и опыта предшественников и современников. В известной мере каждый изобретатель может стать творцом новых эвристических приемов. Он вправе комбинировать известные эвристические приемы, создавать свои индивидуальные программы поиска, не слепо, а творчески освоить известные методологические средства.



### Литература

1. Бехтерев Б.М. Коллективная рефлексология ч. 1, ч. II ч. "Колос, 1921. 432 с.
2. Блинов В.С. Загадочный импульс. М-, "Молодая гвардия", ,1969. 175 с.
3. Боголюбов А.Н. Машина и человек. Киев, "Наукова Думка", 1970. 162 с.
4. Буш Г. Применение методов стандартизации в техническом творчестве. Р., ЛатИНТИ, 1967, 22 с. .
5. Буш Г. Изобретательство и стандартизация, — "Вопросы изобретательства, 1968, № i2, с. 8-10.
6. Буш Г. Качество, творчество, стандарт, Р., "Лиесма", 1968. 58 с.
7. Буш Г. Некоторые методы решения изобретательских задач, — "Вопросы изобретательства", 1969, № 5, с. 48-50.
8. Буш Г. О'системе включения внедряемых изобретений в стандарты — В кн.: - Материалы третьей Прибалтийской конференции по патентным и лицензионным вопросам. Вып. 1, Р., "Зинатне", 1968, с. 79-80.
9. Буш Г. Агрегатирование — метод технического творчества. Р. ЛатИНТИ, 1969. 20 с.
10. Буш Г. Методы - технического творчества, Р., "Лиесма", 1972, 94 с.
11. Буш Г. Методы управления качеством продукции. Р., ЛатИНТИ,- 1973. 25 с.
12. Буш Г. Тайны изобретательства. Р. Лиесма", 1973. 96 с,
13. Буш Г. Методологические основы научного управления изобретательством, Р., "Лиесма". 1974, 167 с,
14. Буш Г. Рождение изобретательских идей., Р, "Лиесма", 1976, 127 с.
15. Буш Г. Тактика эксперимента изобретателя. Р., "Знание", 1976, 21 с.
16. Владиславлев М., Логика, Спб, 1972. 326 с,
17. Кедров Б.М. О процессе научного творчества. - В кн,: Художественное и научное творчество. Л., "Наука", 1972, с. 37-53.
18. Лукреций Т.К. О природе вещей. М., изд. АН СССР, 1959. 699 с,
19. Мамыкин И.П. Аналогия в техническом творчестве. Минск. "Наука и техника". 1972. 168 с.
20. Моляко В.А. Психология конструкторского замысла.'Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. пед. наук (по псих.), Л., Ленгосуниверситет, 1966.
21. Половинкин А.И. Метод оптимального проектирования с автоматическим поиском схем и структур инженерных конструкций (монография) — Научные труды ЦНИИС, вып. 34. М., 1970.
22. Половинкин А.И. ЭВМ и техническое творчество. Р., "Знание", 1976. 29 с.
23. Семенов С.А. Развитие техники в каменном веке. Л., "Наука", 1968. 240 с.
24. Тонг Ф. Эвристические методы балансирования работы сборного конвейера. —В кн.: Вычислительные машины и мышление. М., "Мир", 1967, с. 178-204.
25. Цемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. М., "Мысль", 1970, 264 с.
26. Kapp E. Grundlinien einer Philosophie der Technik. Braunschweig, G.Wistermann, 1877.
27. Lange J. Inventum novum quadriati logici. Gissae Hassorum, 1714.
28. Tate A.O. Edison's open door. N.Y., Dutton and Co., Inc., 1938w.
29. Zwicky F. Discovery, invention, research through the morphological approach. N.Y., Mac-Millan, 1969.

## Содержание

Введение	1
<b>1. ЭВРИСТИКИ ОСОЗНАННО-ЛОГИЧЕСКОГО ПОИСКА</b>	<b>1</b>
1.1. Эвристическая аналогия	1
1.2. Эвристическая инверсия	4
1.3. Эвристическое объединение	6
1.4. Эвристическое расчленение и редукция	8
1.5. Прочие эвристические преобразования технической системы и среды	9
<b>2. СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭВРИСТИКИ</b>	<b>11</b>
2.1. Морфологический подход	11
2.2. Гирлянды ассоциаций	18
2.3. Стратегия семикратного поиска	26
Послесловие	32
Литература	33