

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**

Д.В.Озеркин, Е.М.Покровская

Метод эвристических приемов

Учебно-методическое пособие для практических занятий
по дисциплине «Научно-исследовательская деятельность»
для обучающихся в аспирантуре

Томск 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объекта.....	3
2. Обобщенный эвристический метод.....	11
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	18

1. Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объекта

1.1 Преобразование формы

1.1.1. Использовать круговую, спиральную, древовидную, сферическую или другую компактную форму.

1.1.2. Сделать в объекте (элементе) отверстия или полости. Инверсия приема.

1.1.3. Проверить соответствие формы объекта законам симметрии. Перейти от симметричной формы и структуры к асимметричной. Инверсия приема.

1.1.4. Перейти от прямолинейных частей, плоских поверхностей, кубических и многогранных форм (особенно в местах сопряжений) к криволинейным, сферическим и обтекаемым формам. Инверсия приема.

1.1.5. Объекту (элементу), работающему под нагрузкой, придать выпуклую (более выпуклую) форму.

1.1.6. Компенсировать нежелательную форму сложением с обратной по очертанию формой.

1.1.7. Выполнить объект в форме:

- другого технического объекта, имеющего аналогичное название или назначение;
- животного, растения или их органа;
- человека или его органов.

1.1.8. Сделать объект (элемент) приспособленным к форме человека или его органов.

1.1.9. Использовать в аналогичных условиях работы природный принцип формирования в живой или неживой природе.

1.1.10. Сделать рациональный (оптимальный) раскрой листового или объемного материала; внести изменения в форму деталей для более полного использования материала.

1.1.11. Выбрать конструкцию деталей, в наибольшей мере приближающуюся по форме и размерам выпускаемого проката в других профильных заготовок.

1.1.12. Найти глобально-оптимальную форму.

1.1.13. Найти наибольшую цельную форму объекта (зрительное выделение главного функционального элемента, устранение или прикрытие многих ненужных деталей и т. д.).

1.1.14. Использовать различные виды симметрии и асимметрии, динамические и статические свойства формы, ритма (чередования одинаковых или схожих элементов), нюансов и контраста.

1.1.15. Осуществить гармоническую увязку форм различных элементов (выбор масштабов и соотношений между объектами и окружающей предметной средой, использование эстетически предпочтительных пропорций).

1.1.16. Выбрать (придумать) наиболее красивую форму объекта и его элементов.

1.2 Преобразование структуры

1.2.1. Исключить наиболее напряженный (нагруженный) элемент.

1.2.2. Исключить элемент при сохранении объектом всех прежних функций. Один элемент выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других элементах. Убрать «лишние детали» даже при потере «одного процента эффекта».

1.2.3. Присоединить к объекту новый элемент в виде жестко или шарнирно соединенной пластины (стержня, оболочки или трубы), находящейся в рабочей среде или в контакте с ней.

1.2.4. Присоединить к базовому объекту дополнительное специализированное орудие труда, инструмент и т.п.

1.2.5. Заменить связи (способ или средства соединения) между элементами; жесткую связь сделать гибкой или наоборот.

1.2.6. Заменить источник энергии, тип привода, цвет и т. д.

1.2.7. Заменить механическую схему электрической, тепловой, оптической или электронной.

1.2.8. Существенно изменить компоновку элементов; уменьшить компоновочные затраты.

1.2.9. Сосредоточить органы управления и контроля в одном месте.

1.2.10. Объединить элементы единым корпусом, станиной или изготовить объект цельным.

1.2.11. Ввести единый привод, единую систему управления или энергоснабжения.

1.2.12. Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.

1.2.13. Объединить в одно целое объекты, имеющие самостоятельное назначение, которое сохраняется после объединения в новом комплексе.

1.2.14. Использовать принцип агрегатирования. Создать базовую конструкцию (единую раму, станину), на которую можно «навесить» различные (в различных комбинациях) рабочие органы, агрегаты, инструменты.

1.2.15. Совместить или объединить явно или традиционно несовместимые объекты, устранив возникающие противоречия.

1.2.16. Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей и обработки заготовок.

1.2.17. Использовать раздвижные раскладные сборные надувные и другие конструкции, обеспечивающие значительное уменьшение габаритных размеров при переводе ТО из рабочего состояния в нерабочее.

1.2.18. Найти глобально-оптимальную структуру.

1.2.19. Выбрать (придумать) наиболее красивую структуру.

1.3 Преобразования в пространстве

1.3.1. Изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве:

- горизонтальное положение на вертикальное или наклонное;
- положить на бок;
- повернуть низом вверх;
- повернуть путем вращения.

1.3.2. Использовать «пустое пространство» между элементами объекта. Один элемент проходит сквозь полость в другом элементе.

1.3.3. Объединить известные порознь объекты (элементы) в размещением одного внутри другого по принципу «матрешки».

1.3.4. Размещение по одной линии заменить размещением по нескольким линиям или по плоскостям. Инверсия приема.

1.3.5. Заменить размещение по плоскости размещением по нескольким плоскостям или в трехмерном пространстве; перейти от одноэтажной (однослойной) компоновки к многоэтажной (многослойной). Инверсия приема.

1.3.6. Изменить направление действия рабочей силы или среды.

1.3.7. Перейти от контакта в точке к контакту по линии; от контакте по линии к контакту по поверхности; от контакта по поверхности к объемному (пространственному). Инверсия приема.

1.3.8. Осуществить сопряжение по нескольким поверхностям.

1.3.9. Приблизить рабочие органы объекта к месту выполнения ими своих функций без передвижения самого объекта.

1.3.10. Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку.

1.3.11. Перейти от последовательного соединения элементов к параллельному или смешанному. Инверсия приема.

1.3.12. Разделить объект на части так, чтобы приблизить каждую из них к тому месту, где она работает.

1.3.13. Разделить объект на две части — «объемную» и «необъемную»; вынести «объемную» часть за пределы, ограничивающие объем.

1.3.14. Вынести элементы, подверженные действию вредных факторов, за пределы их действия.

1.3.15. Перенести (поместить) объект или его элемент в другую среду, исключающую действие вредных факторов.

1.3.16. Выйти за традиционные пространственные ограничения или габаритные размеры.

1.4 Преобразования во времени

1.4.1. Перенести выполнение действия на другое время. Выполнить требуемое действие до начала или после окончания работы.

1.4.2. Перейти от непрерывной подачи энергии (вещества) или непрерывного действия (процесса) к периодическому или импульсному. Инверсия приема.

1.4.3. Перейти от стационарного во времени режима к изменяющемуся.

1.4.4. Исключить бесполезные («вредные») интервалы времени. Использовать паузу между импульсами (периодическими действиями) для осуществления другого действия.

1.4.5. По принципу непрерывного полезного действия осуществлять работу объекта непрерывно, без холостых ходов. Все элементы объекта должны все время работать с полной нагрузкой.

1.4.6. Изменить последовательность выполнения операций.

1.4.7. Перейти от последовательного осуществления операций к параллельному (одновременному). Инверсия приема.

1.4.8. Совместить технологические процессы или операции. Объединить однородные или смежные операции. Инверсия приема.

1.5 Преобразование движения и силы

1.5.1. Изменить направление вращения.

1.5.2. Заменить поступательное (прямолинейное) или возвратно-поступательное движение вращательным. Инверсия приема.

1.5.3. Устранить или сократить холостые, обратные и промежуточные ходы и движения.

1.5.4. Существенно изменить направление движения, в том числе на противоположное.

1.5.5. Заменить традиционную сложную траекторию движения прямой или окружностью. Инверсия приема.

1.5.6. Заменить изгиб растяжением или сжатием. Заменить сжатие растяжением.

1.5.7. Разделить объект на две части — «тяжелую» и «легкую», передвигать только «легкую» часть.

1.5.8. Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать обрабатываемый объект.

1.5.9. Заменить трение скольжения трением качения. Инверсия приема.

1.5.10. Перейти от неподвижного физического поля к движущемуся. Инверсия приема.

1.5.11. Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга. Сделать движущиеся элементы неподвижными, а неподвижные - движущимися.

1.5.12. Изменить условия работы так, чтобы опасные или «вредные» моменты осуществлялись на большой скорости. Инверсия приема.

1.5.13. Использовать магнитные силы.

1.5.14. Компенсировать действие массы объекта соединением его с объектом, обладающим подъемной силой.

1.6 Преобразование материала и вещества

1.6.1. Рассматриваемый элемент и взаимодействующие с ним элементы сделать из одного и того же материала или близкого ему по свойствам. Инверсия приема.

1.6.2. Выполнить элемент или его поверхность из пористого материала. Заполнить поры каким-либо веществом.

1.6.3. Разделить объект (элемент) на части так, чтобы каждая из них могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала.

1.6.4. Убрать лишний материал, не несущий функциональной нагрузки.

1.6.5. Изменить поверхностные свойства объекта (элемента); упрочить поверхность объекта; нейтрализовать свойства материала на поверхности объекта.

1.6.6. Заменить жесткую часть элементами из материала, допускающего изменение формы при эксплуатации; вместо жестких объемных конструкций использовать гибкие оболочки и пленки. Инверсия приема.

1.6.7. Изменить физические свойства материала, например, изменить агрегатное состояние.

1.6.8. Заменить некоторые объекты среды на объекты с другими физико-механическими и химическими свойствами.

1.6.9. Использовать другой материал (более дешевый, новейший и т. д.).

1.6.10. Использовать детали из материала с последующим отверждением.

1.6.11. Отделить вредные или нежелательные примеси от вещества.

1.6.12. Заменить традиционную окружающую среду. Рассмотреть возможность использовать вакуума, инертной, водной, космической или какой-либо другой среды.

1.6.13. Заменить объекты их оптическими копиями (изображениями); использовать изменение масштаба изображения. Перейти от видимых оптических копий к инфракрасным, ультрафиолетовым и другим изображениям.

1.6.14. Дорогостоящий долговечный элемент заменить дешевым, недолговечным.

1.6.15. Заменить разнородные по материалу и форме элементы одним унифицированным или стандартным элементом.

1.6.16. Выполнить элементы из материалов с различающимися характеристиками, дающими нужный эффект (например, с разным термическим расширением).

1.6.17. Вместо твердых частей использовать жидкие или газообразные (надувные, гидронаполняемые, воздушные подушки, гидростатические, гидрореактивные). Инверсия приема.

1.6.18. Выбрать материалы, обеспечивающие снижение отходов при изготовлении деталей. Например, перейти от применения деталей, изготавливаемых обработкой резанием, к деталям из пластмассы (изготавливаемых формовкой) или металлокерамики.

1.6.19. Перейти к безотходным технологиям, например, получить отходы материалов в более ценном виде позволяющем использовать их для изготовления других деталей.

1.6.20. Осуществить упрочнение материалов механической термической, термохимической, электрофизической, электрохимической, лазерной и другими видами обработки.

1.6.21. Использовать материалы с более высокими удельными прочностными, электрическими, теплофизическими и другими характеристиками.

1.6.22. Использовать армированные, композиционные, пористые и другие новые перспективные материалы.

1.6.23. Использовать материал с изменяемыми во времени характеристиками (жесткостью, прозрачностью и т.д.).

1.7 Приемы дифференциации

1.7.1. Разделить движущийся поток (вещества, энергии, информации) на два или несколько.

1.7.2. Разделить сыпучий, жидкий или газообразный объект на части.

1.7.3. Сделать элемент съемным, легко отделяемым.

1.7.4. Дифференцировать привод и другие источники энергии; приблизить их к исполнительным органам и рабочим зонам.

1.7.5. Сделать автономным управление и привод каждому элементу.

1.7.6. Провести дробление традиционного целого объекта на мелкие однородные элементы с аналогичной функцией. Инверсия приема.

1.7.7. Разделить объект на части, после чего изготавливать, обрабатывать, грузить и т. п. каждую часть отдельно, а затем выполнять сборку.

1.7.8. Разделить объект на части так, чтобы их можно было заменять при изменении режима работы.

1.7.9. Разделить объект на части: «горячую» и «холодную»; изолировать одну от другой.

1.7.10. Представить объект в виде составной конструкции; изготовить его из отдельных элементов и частей.

1.7.11. Придать блочную структуру объекту; при которой каждый блок выполняет самостоятельную функцию.

1.7.12. Выделить в объекте самый нужный элемент (нужное свойство) и усилить его или улучшить условия его работы.

1.8 Количественные изменения

1.8.1. Резко изменить (в несколько раз, в десятки и сотни раз) параметры или показатели объекта (его элементов, окружающей среды).

1.8.2. Увеличить в объекте число одинаковых или подобных друг другу элементов (или сделать наоборот). Изменить число одновременно действующих или обрабатываемых объектов (элементов), например, рабочих машин, их рабочих органов, двигателей и т. д.

1.8.3. Изменить габаритные размеры, объем или длину объекта при переводе его в рабочее или нерабочее состояние.

1.8.4. Увеличить степень дробления объекта (или сделать наоборот).

1.8.5. Допустить незначительное снижение требуемого эффекта.

1.8.6. Использовать идею избыточного решения (если трудно получить 100% требуемого эффекта, задаться получить несколько больше).

1.8.7. Изменить (усилить) вредные факторы так, чтобы они перестали быть вредными.

1.8.8. Уменьшить число функций объекта и сделать его более специализированным, соответствующим только оставшимся функциям и требованиям.

1.8.9. Гиперболизировать, значительно увеличить размеры объекта и найти ему применение. Инверсия приема.

1.8.10. Повысить интенсивность технологических процессов с рабочей зоной в виде площадки или замкнутого объекта.

1.8.11. Создать местное, локальное качество; осуществить локальную концентрацию сил, напряжения и т.п.

1.8.12. Найти глобально-оптимальные параметры ТО по различным критериям развития.

1.9 Использование профилактических мер

1.9.1. Предусмотреть прикрытие и защиту легко повреждающихся элементов. Экранировать объект.

1.9.2. Ввести предохранительные устройства или блокировку.

1.9.3. Разделить хрупкий и часто повреждающийся объект на части.

1.9.4. Выполнить объект (элемент) разборным так, чтобы можно было заменить отдельные поврежденные части.

1.9.5. Для уменьшения простоев и повышения надежности создать легко используемый запас рабочих органов или элементов. Предусмотреть в ответственных частях объекта дублирующие элементы.

1.9.6. Защитить элемент от воздушной или другой агрессивной среды.

1.9.7. Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.

1.9.8. Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным изменениям, возникающим в процессе работы.

1.9.9. Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).

1.9.10. Обеспечить автоматическую подачу смазочных материалов к трущимся частям.

1.9.11. Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок (поместить объект в оболочку, капсулу, гильзу). Инверсия приема.

1.9.12. Придать объекту новое свойство, например, обеспечить его плавучесть, герметизацию, самовосстановление, сделать его прозрачным, электропроводным и т. д.

1.9.13. Сделать объект (элементы) взаимозаменяемым.

1.9.14. Предусмотреть компенсацию неточностей изготовления объекта.

1.9.15. Разделить объект на части так, чтобы при выходе из строя одного элемента объект в целом сохранял работоспособность.

1.9.16. Для повышения надежности заранее подготовить аварийные средства.

1.9.17. Обеспечить снижение или устранение вибрационных, ударных нагрузок и инерционных перегрузок.

1.9.18. Использовать объекты живой и неживой природы в формировании зоны эстетического воздействия.

1.9.19. Исключить из окружающей предметной среды объекты, вызывающие отрицательные эмоции (создание зеленой изгороди из деревьев и кустарников, маскировка, мимикрия под предметы, вызывающие положительные эмоции и т. д.).

1.9.20. Исключить шумы и запахи, вызывающие отрицательные эмоции; трансформировать их в более эстетические звуки и ароматы.

1.9.21. Создать замкнутые безотходные технологии с утилизацией и возвращением в производство загрязняющих веществ в виде сырья и материалов.

1.9.22. Осуществить разработку новых устройств и технологий, обеспечивающих резкое снижение загрязнения и изменения среды (например, геотехнология, приливные гидроэлектростанции и т.д.).

1.10 Использование резервов

1.10.1. Использовать массу объекта (элемента) или периодически возникающие усилия для получения дополнительного эффекта.

1.10.2. Компенсировать чрезмерный расход энергии получением какого-либо дополнительного положительного эффекта.

1.10.3. Исключить подбор в подгонку (регулировку и выверку) деталей и узлов при сборе объекта.

1.10.4. Устранить вредный фактор (например, за счет компенсации его другим вредным фактором).

1.10.5. Использовать или аккумулировать тормозную и другую попутно получаемую энергию.

1.10.6. Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).

1.10.7. Выполнивший свое назначение или ставший ненужным элемент, отходы (энергия, вещество) использовать для других целей.

1.10.8. Использовать вредные факторы (в частности, вредные воздействия среды) для получения положительного эффекта.

1.10.9. Выбрать и обеспечить оптимальные параметры (температуру, влажность, освещение и др.).

1.10.10. Уточнить расчетные напряжения в элементах на основе использования более точных математических моделей и ЭВМ.

1.10.11. Перейти на другие физические принципы действия с более дешевыми или доступными источниками энергии или более высоким КПД.

1.10.12. После конструктивного улучшения какого-либо элемента определить, как должны быть изменены другие элементы, чтобы эффективность объекта в целом еще более повысилась.

1.11 Преобразования по аналогии

1.11.1. Применить объект, предназначенный для выполнения аналогичной функции в другой отрасли техники, пользуясь классификаторами патентов.

1.11.2. Использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов {пчелиные соты, клетки, листья, кристаллы и т.п.).

1.11.3. Использовать в качестве прототипа искомого технического решения объект неживой или живой природы, близкие или отдаленные области техники.

1.11.4. Применить решение, аналогичное имеющемуся:

- в ведущей отрасли техники или в древних, в прошлых технических объектах;
- в неживой природе физика, химия, биохимия и др.;
- в современных или вымерших живых организмах;
- в экономике или общественной жизни людей;
- в научно-фантастической литературе.

Ответить на вопрос, как решаются подобные задачи в указанных областях?

1.11.5. Использовать аналоги свойств других объектов; использовать свойства без самого объекта,

1.11.6. Применить принцип имитации, заключающийся в создании таких объектов, которые по форме, цвету, внешнему виду и другим необходимым свойствам аналогичны другому объекту.

1.11.7. Использовать эмпатию: мысленно превратить себя в объект (элемент), с помощью своих ощущений найти наиболее целесообразное решение.

1.11.8. Использовать в качестве прототипа детские игрушки.

1.11.9. Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии, модели, макеты.

1.12 Повышение технологичности

1.12.1. Упростить форму и конструкцию деталей путем сокращения числа обрабатываемых поверхностей, неплоских и некруговых поверхностей, рабочих ходов при обработке.

1.12.2. Выбрать форму и конструкцию элементов, обеспечивающих применение наиболее производительного технологического оборудования, приспособлений и инструмента.

1.12.3. Выбрать конструкцию деталей узлов, обеспечивающую максимальное совмещение и одновременное выполнение операций обработки и сборки.

1.12.4. Снизить или исключить пригоночные работы при сборке. Использовать средства компенсации неточности изготовления.

1.12.5. Осуществить технологическую унификацию конструкций, формы и размеров деталей.

1.12.6. Заменить механическую обработку способом обработки без снятия стружки.

1.12.7. Использовать саморегулирующиеся, восстанавливающиеся, самозатачивающиеся элементы и инструменты, сокращающие трудоемкость профилактического ухода и ремонта.

1.12.8. Максимально применять стандартные элементы, имеющие весьма широкую область применения.

1.12.9. Использовать модульный принцип конструирования, когда из небольшого числа стандартных элементов (универсального набора) можно собрать любое изделие в заданном классе (например, универсально-сборные приспособления, универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики).

1.12.10. Максимально использовать в проектируемом объекте освоенные в производстве узлы и детали.

1.12.11. Максимально использовать заготовки с размерами, близкими к размерам готовой детали. Использовать точное литье, штамповку, сварку.

1.12.12. Выбрать наиболее целесообразное расчленение объекта на блоки, узлы и детали.

1.12.13. Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей.

2. Обобщенный эвристический метод

Информационная база. Недостаток многих весьма интересных и оригинальных эвристических методов поиска новых технических решений (ТР) заключается в отсутствии или слабой подготовке специальных информационных массивов. Поэтому в обобщенном эвристическом методе используется следующая информационная база.

М1 - фонд физико-технических эффектов [1].

М2 - информационный фонд ТР. Для рассматриваемого класса технический объект (ТО) должен содержать по возможности все наиболее интересные, перспективные и существенно различающиеся ТР в рассматриваемой области техники. Этот фонд должен включать следующие группы ТР: современные, широко применяемые ТР; современные ТР, прошедшие экспериментальную и опытную проверку; отечественные и зарубежные патентные решения последних лет (включая ТР, опубликованные в литературе); старые ТР. Кроме того, целесообразно провести систематизацию и классификацию фонда ТР по предметному, функциональному или другому более удобному принципу. Одним из наиболее рациональных способов представления и описания информации о классе ТР являются морфологические таблицы с постоянными столбцами, число которых может увеличиваться.

М2А - фонд ТР на уровне лучших мировых образцов. Представляет собой часть фонда М2, которая выделена в связи с особой важностью информации. В дополнение к методическим рекомендациям по фонду М2 выделяется список наиболее важных технико-экономических показателей, которыми характеризуется каждое ТР. М2А формируется с помощью торговых бюллетеней, рекламных материалов, проспектов выставок, последних публикаций в литературе, статистических отчетов по реализации продукции и т. п.

М3 - список требований, предъявляемых ТР. Включает требования ко всему классу ТО и используется для составления технических заданий на разработку изделий в целом и их элементов. Все множество требований целесообразно классифицировать по группам: эксплуатационные, конструктивные, технологические, эргономические, экономические, ремонтно-профилактические и т. д. При составлении списка требований и выбора их типа рекомендуется использовать ГОСТы и технические условия на рассматриваемый класс ТО, а также на ТО, близкие по функциям, условиям работы и т. п. Желательно также использовать технические задания и акты испытаний на уже разработанные ТО. Существенное дополнение и уточнение списка дает анализ функций изделия и его элементов.

М4 - информационный фонд материалов и конструктивных элементов, перспективных для создания новых ТР. Формируется путем изучения литературы по материаловедению и интересующим конструктивным элементам, новых стандартов в близких отраслях техники, новых патентов и авторских свидетельств, рекламных материалов, проспектов выставок и т. п.

М5 - информационный фонд технологических процессов. Содержит наборы технологического оборудования и технологических процессов, которые можно в принципе использовать для изготовления разрабатываемого класса ТО. Фонд М5 целесообразно классифицировать по группам технологического оборудования, имеющегося на предприятии-изготовителе, в отрасли, стране, за рубежом.

М6 - фонд эвристических приемов.

М7 - информационный фонд ТР ведущего класса ТО. Определение ведущего класса ТО приведено ниже в процедуре 2.5. Для формирования фонда М7 можно использовать рекомендации по формированию фондов М2, М2А, М4.

М8 - методы оценки и выбора вариантов ТР. Предназначены для сравнительной оценки множества ТР или ТО с целью выбрать наилучшие варианты, чаще всего по векторному критерию. К таким методам относятся: экспертные оценки и квалиметрический анализ, метод Делфи, метод ПАТТЕРН, комплексные технико-экономические оценки, различные методы математического моделирования, методики лабораторных и натурных испытаний и др.

Структура и процедуры метода. Поиск новых, более эффективных ТР — это, прежде всего, процесс подготовки и обработки информации, с помощью которой синтезируют новую информацию в виде конструктивных решений изделий или технологических процессов. В связи с этим обобщенный эвристический метод представляет собой описание такого процесса, условно разделенного на семь этапов. Каждый этап состоит из нескольких процедур подготовки и обработки информации, которые отличаются однородностью выполняемой работы.

На рисунке 2.1 приведена схема обобщенного эвристического метода, где указаны названия этапов, число процедур в каждом этапе и используемые информационные фонды.

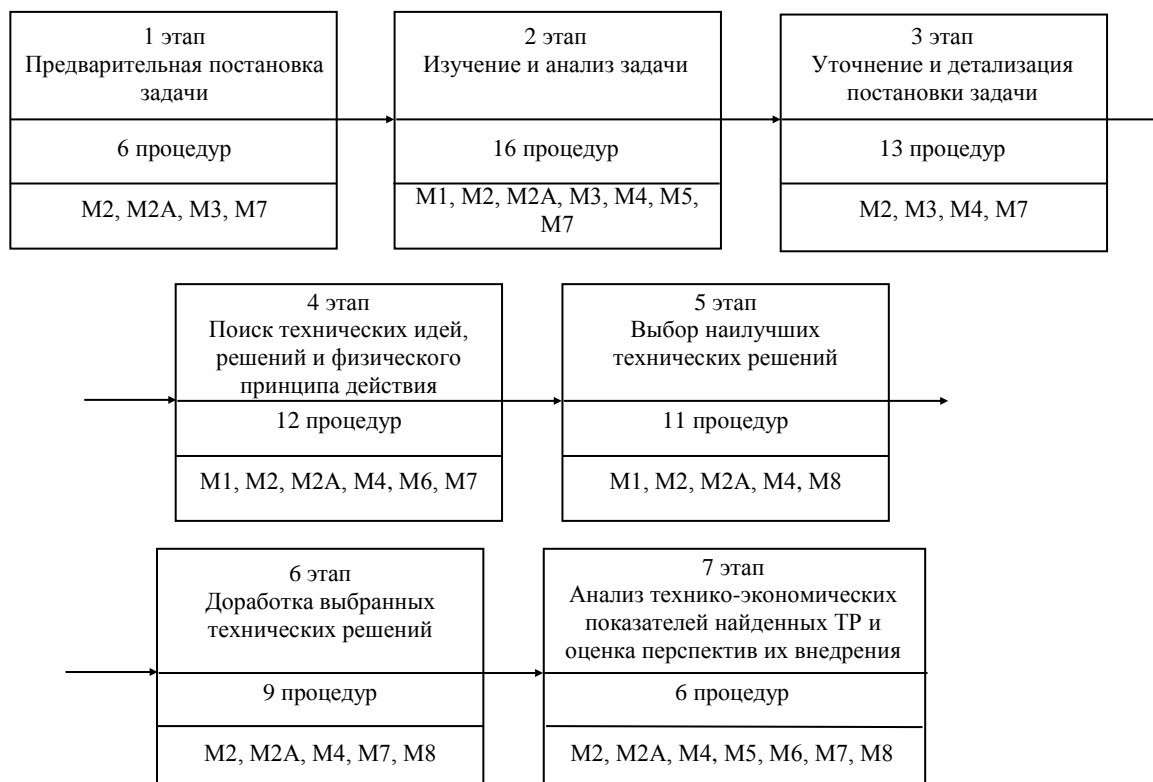


Рисунок 2.1 - Схема обобщенного эвристического метода

Ниже дано описание процедур на каждом этапе. После названия процедуры в скобках указаны номера предыдущих процедур, результаты работы по которым используются в данной процедуре, а также номера информационных фондов. Процедуры, отмеченные звездочкой, являются инвариантными, их рекомендуется применять при решении любой задачи. Остальные процедуры используются в зависимости от наличия времени, специфики задачи и требуемой глубины ее проработки.

1-й этап. Предварительная постановка задачи.

1.1. Сформулируйте функцию на качественном уровне.

1.2*. Сформулируйте функцию на количественном уровне (1.1, M3).

1.3*. Выберите существующие ТО, в наибольшей мере удовлетворяющие сформулированной функции (1.2, M2, M2A, M7). Если при этом будет найден ТО с

необходимой функцией, то решение задачи можно прекратить или перейти к процедуре 6.1.

1.4*. Составьте список недостатков существующих ТО (1.2, 1.3, М3).

1.5*. Составьте предварительную формулировку задачи (1.2 - 1.4). Имеются два варианта. Требуется:

а) усовершенствовать выявленные функционально близкие ТО для устранения их недостатков; при этом устранение недостатков будем одновременно считать целями решения задачи;

б) найти принципиально новый ТО, удовлетворяющий количественному описанию функции.

1.6. Сформулируйте задачу без специальных терминов.

2-й этап. Изучение и анализ задачи.

2.1. Составьте дерево конструктивной эволюции рассматриваемого класса ТО (1.3, М2, М2А).

2.2. Выявите тенденции развития рассматриваемого класса ТО (1.3, 2.1, М2, М2А) путем патентных исследований.

2.3. Соберите и изучите сведения о прогнозах развития рассматриваемого класса ТО.

2.4*. Определите основные факторы, решающим образом влияющие на развитие рассматриваемого класса ТО (1.1, 1.2, 1.4, 2.1 - 2.3, М2, М2А). Установите, какие причины забавляли каждый раз создавать новую модификацию ТО.

2.5. Определите основные факторы, влияющие на развитие ведущего класса ТО (М7). Ведущий класс ТО определяется функциональной близостью к рассматриваемому классу и более быстрыми темпами технического прогресса. Например, авиастроение представляется ведущим классом по отношению к автомобилестроению, космическая техника — по отношению к авиастроению, в целом машиностроение — по отношению к строительству.

2.6*. Определите возможности усиления отдельных характеристик функции (1.2 - 1.4, 2.1 - 2.5, М., М2А, М3, М4, М7).

2.7*. Проведите ранжирование недостатков (1.4, 2.6) с точки зрения степени важности их устранения. Выделите самые важные недостатки, устранение которых можно считать главными целями решения задачи.

2.8. Проведите ранжирование недостатков (1.4, 2.6, 2.7) с точки зрения трудности их устранения.

2.9. Выявите причины возникновения недостатков в существующих ТО (1.3, 1.4, 2.6 - 2.8).

2.10*. Изучите возможности комбинирования целей решения задачи (1.4, 1.5, 2.6 - 2.8), что позволит выделить взаимоусиливающие, взаимопротиворечивые и взаимонезависимые цели. Выделите наиболее перспективные комбинации целей.

2.11*. Проверьте реальность постановки задачи (1.5, 2.6, 2.9, М1, М2, М4, М5, М7) на современном уровне развития науки, техники и производства. Предварительная оценка физической, технической и технологической осуществимости предупреждает ненужную трату ресурсов на безуспешные попытки решения задачи.

2.12. Изучите условия достижения целей (1.4, 1.5, 2.1 - 2.11) и выделите благоприятные и неблагоприятные факторы, способствующие или мешающие достижению целей. К ним относятся психологические, этические, юридические, эргономические, экологические и другие факторы, влияющие на производство и функционирование будущих изделий. Следует выяснить, нет ли факторов, исключаящих или запрещающих решение задачи.

2.13*. Постройте иерархическую систему (1.1, 1.2, 1.4, 2.6), в которой выделите в качестве отдельных элементов рассматриваемый ТО (задачу) и другие смежные с ним

объекты, включая другие ТО. Установите связи рассматриваемого ТО со смежными объектами и проверьте соответствие этих связей по основным направлениям.

2.14*. Проверьте возможность удовлетворения потребности путем внесения изменений в смежные объекты (1.2, 1.4, 2.6, 2.13). Проведите технико-экономическое сравнение первоначальной постановки задачи (1,4, 2.6) с задачами внесения изменений в смежные объекты. Если задача изменения смежных объектов более эффективна, то проработайте ее по пунктам 1.1 - 1.5, 2.1 - 2.11.

2.15. Оцените степень актуальности поставленной задачи в настоящее время и в обозримом будущем (1.2*, 1.4, 1.5, 2.6, 2.13, 2.14, М2, М2А, М4, М5, М7). Рассмотрите решение задачи в историческом развитии всей проблемы или области техники, к которой относится задача. Возможны три ситуации:

а) решение задачи значительно опережает темпы развития рассматриваемой области техники и в настоящее время в целом не улучшает работу существующего комплекса технических систем;

б) степень актуальности соответствует требованиям комплексного прогрессивного развития рассматриваемой области техники;

в) поставленная задача остро актуальна, поскольку ее решение устраняет «узкое место» в рассматриваемой области техники или технологии.

В случае а) часто целесообразно отказаться от решения задачи, а в случае в) решение крайне необходимо.

2.16*. Составьте представление об идеальном техническом решении рассматриваемого класса ТО (1.1, 1.2, 1.4, 2.1 - 2.6, 2.13, 2.14, М2, М2А, М7).

3-й этап. Уточнение и детализация постановки задачи.

3.1*. Составьте список требований к существующим ТО, наиболее удовлетворяющим сформулированной функции (1.2, 1.3, М3).

3.2*. Составьте список требований к разрабатываемому ТО (1.2, 1.4, 2.6, 2.9, 2.15, М3).

3.3. Сравните список требований с показателями ведущего класса ТО (2.5, 3.2, М7) и дополните список требований в пункте 3.2, что позволит повысить качество разрабатываемого ТО.

3.4. Выделите требования, которые заведомо нельзя изменять при решении задачи (1.2, 1.4, 2.4, 2.6 - 2.8, 2.11 - 2.14, 3.1 - 3.3, М2, М3).

3.5. Выявите путем анализа и экспертных оценок ложные требования и исключите их из списка (3.1 - 3.4). В большинстве случаев ложные или лишние требования возникают из-за субъективного отношения к задаче, инерции мышления, психологических барьеров и т.д. Оцените возможность нарушения незыблемости требований, выделенных в пункте 3.4. Внесите изменения в список требований,

3.6*. Выделите главные требования к разрабатываемому ТО (1.2, 2.2 - 2.6, 2.15, 3.2, 3.3), которые обычно соответствуют его основной функции, и внесите поправку в эти требования и связанные с ними показатели с учетом времени освоения ТО и его морального старения.

3.7. Выделите новые требования (1.3, 3.1 - 3.3, М3), которые имели место в существующих близких ТО.

3.8. Определите входные и выходные параметры разрабатываемого ТО (1.2, 2.13, 2.14, 3.2, М2, М4, М7) и накладываемые на них численные ограничения с учетом настоящего и будущего времени. Часто входные и выходные параметры должны предусматривать резервы в некоторых пределах, отодвигающих срок морального старения.

3.10. Выявите функциональные связи между входными и выходными параметрами (3.8). Выразите их математически или алгоритмически. Проверьте необходимость внесения изменений в заданные значения входных и выходных параметров.

3.10. Рассмотрите входные параметры как выходные предыдущего смежного ТО, а выходные — как входные параметры последующего ТО (2.13, 2.14, 3.8, 3.9). Уточните полноту и значения входных и выходных параметров. На основе пунктов 3.8 - 3.10 дополните список в пункте 3.2.

3.11*. Выявите противоречия развития (улучшения) ТО (1.2, 1.4, 2.6 - 2.14, 3.2 - 3.5). Эти противоречия возникают, когда улучшение одних показателей (требований) ТО приводит к нежелательному изменению других ее показателей или окружающей среды, включая другие ТО и человека. Для выявления противоречий улучшения ТО рекомендуется построить прямоугольную матрицу, в которой по вертикали перечисляется список требований, а по горизонтали — тот же список требований и список факторов окружающей среды. Далее для каждого улучшаемого требования в матрице отмечаются ухудшаемые другие требования и факторы среды.

3.12. Изобразите графически противоречия развития (улучшения) ТО (3.11).

3.13. Выберите наиболее важные для решения задачи и трудно устранимые противоречия улучшения (2.7, 2.8, 3.11, 3.12)

4-й этап. Поиск технических идей, решений и физических принципов действия.

4.1*. Преобразуйте в искомое ТР наиболее близкие решения существующих ТО (1.3, 2.2, 1.4, М2, М4)

4.2*. Попытайтесь преобразовать в искомое ТР лучшие мировые образцы (М2А, М4).

4.3*. Попытайтесь преобразовать в искомое ТР идеальное ТР (2.16, М1, М4), используя различные физические эффекты и дополнение его крайне необходимыми элементами.

4.4. Попытайтесь преобразовать в искомое ТР прогнозируемые конструктивные решения (2.3, М1, М4).

4.5. Попытайтесь преобразовать в искомое ТР аналогичные решения из ведущего класса ТО (2.5, М4, М7).

4.6. Попытайтесь преобразовать в искомое ТР старые практически используемые ТР или отброшенные в свое время, забытые решения (2.1, 2.2, М2, М4).

4.7*. Попытайтесь изменить стоящую выше по иерархии систему (2.13, 2.14), чтобы не создавать искомый ТО или существенно его упростить.

4.8. Попытайтесь решить задачу, устранив причины возникновения недостатков прототипов (2.9, М1).

4.9. Используйте методы морфологического анализа и синтеза (1.4, 1.5, 2.6, 2.9, 2.10, 2.14, 3.1 - 3.3, 3.6, 3.11, 3.12, М2, М2А, М4, Мб, М7) для проверки полноты найденных ТР.

4.10*. Сформулируйте новые физические принципы действия ТО и его основных элементов (1.4, 1.5, 2.6, 2.9, 2.10, 2.14, 3.1 - 3.3, 3.6, 3.11, 3.12, М1, М2, М2А, М4, М7).

4.11. Используйте метод гирлянд ассоциаций и метафор [2].

4.12*. Комбинируйте идеи (4.1 - 4.11). Попробуйте сначала попарную комбинацию всех найденных ТР и физических принципов действия и выберите из них взаимоусиливающие и взаимоулучшающие. Затем к выбранным парам попытайтесь присоединить третью (четвертую и т.д.) усиливающую идею. Попытайтесь комбинировать сразу по несколько идей.

5-й этап. Выбор наилучших ТР.

5.1. Проверьте полученные ТР на физическую осуществимость (М1) и выделите допустимые ТР.

5.2. Проверьте ТР на технологическую осуществимость (М5). Следует иметь в виду, что некоторые ТР в настоящее время технологически не реализуемые, но особо эффективные решения следует оставить для патентования и изучения возможности разработки соответствующей технологии.

5.3*. Проверьте оставшиеся ТР на их соответствие основным требованиям (1.2, 2.7, 3.6, 5.1, 5.2, М4, М8); выделите ТР, удовлетворяющие этим требованиям.

5.4. Проведите классификацию вариантов ТР (5.3) по физическому принципу действия, основным конструктивным, технологическим, эксплуатационным или другим признакам. Это позволит в дальнейшем проводить групповую обработку ТР.

5.5*. Выберите наиболее экономичные варианты (5.3, 5.4, М8), позволяющие решать задачу при минимальных затратах: материалов, энергии, трудовых ресурсов и т.п.

5.6. Выберите ТР, которые по основным показателям не ниже лучших мировых образцов (5.3, 5.4, М2А, М8).

5.7. Выберите ТР, в которых возможна наибольшая доля стандартных узлов и деталей (5.3, 5.4, М2, М4).

5.8*. Выберите ТР, наиболее полно реализующие сформулированную функцию, главные цели и требования (1.2, 2.6, 2.10, 3.6 5.3, 5.4, М8).

5.9*. Выберите ТР, наиболее полно устраняющие главные противоречия улучшения ТО (3.11 - 3.13, 5.3, 5.4).

5.10. Выберите ТР, требующие минимального или значительного изменения в смежных ТО (2.13, 2.14, 3.10, 5.3, 5.4, М8). Такие ТР часто представляют наибольший интерес для анализа и последующего выбора наилучших ТР.

5.11*. Выберите наилучшие ТР на основе анализа результатов по пунктам 5.5 - 5.10. Рекомендуется окончательно отобрать не более 10 вариантов.

6-й этап. Доработка выбранных технических решений.

6.1*. Проверьте наилучшие ТР на их соответствие полному списку требований (3.2, 3.3, 3.5, 5.11). Выделите ТР, удовлетворяющие и не удовлетворяющие полному списку требований.

6.2*. Преобразуйте недопустимые ТР в допустимые (6.1, М4). Для этого рекомендуется использовать процедуры 4-го и 5-го этапов, рассматривая недопустимые ТР и их узлы как прототипы.

6.3*. Попытайтесь улучшить допустимые функциональные узлы (6.1, 6.2, М4) во всех наилучших допустимых ТР, используя также процедуры 4-го и 5-го этапов. Составьте уточненный список наилучших ТР.

6.4. Определите возможные изменения в смежных ТО всего комплекса, включающего разрабатываемый ТО (2.13, 2.14, 3.10, 6.3). Попытайтесь снизить затраты на эти изменения, используя процедуры 4-го и 5-го этапов.

6.5. Определите оптимальные значения основных параметров наилучших ТР (6.3, 6.4). При этом рекомендуется использовать специальные методы оптимизации.

6.6. Проведите ранжирование наилучших ТР (6.3 - 6.5, М8) по степени эффективности, достижения главной цели и т.д. Для более точного построения последовательности от самого лучшего ТР до худшего рекомендуется использовать методы экспертных оценок, квалиметрического анализа и другие, указанные в М8.

6.7. Разработайте эскизы и чертежи наилучших ТР (6.6).

6.8. Проведите экспериментальную или опытную проверку наилучших ТР (6.6, 6.7).

6.9. Выявите недостатки ТР после экспериментальной (опытной) проверки (6.8). Устраните выявленные недостатки. Если выявленные недостатки существенны и при этом не очевидны пути их устранения, то рекомендуется снова использовать процедуры 4-го и 5-го этапов.

7-й этап. Анализ технико-экономических показателей найденных ТР и оценка перспектив их внедрения.

7.1*. Оцените ожидаемый эффект от использования полученных ТР (1.2, 1.5, 2.12, 2.14, 2.15, 3.1 - 3.3, 3.6, 3.13, 6.5 - 6.9, М2, М2А, М8, М7). Оценка производится по

различным показателям в относительных величинах по сравнению с существующими наилучшими практически используемыми ТО.

7.2. Оцените перспективность найденных ТР (1.2, 1.5, 2.2—2.6, 2.11 - 2.16, 3.2, 3.3, 3.6, 3.13, 5.5 - 5.10, 6.5 - 6.9, 7.1, М2, М2А, М5, М8, М7). Ответьте на вопрос: как и в какой мере найденные ТР изменят существующую ситуацию в различных отраслях и областях техники, создадут ли новые возможности для удовлетворения потребностей, создадут ли новые потребности и новые трудности.

7.3*. Определите область практического применения полученных ТР в рассматриваемой области техники (2.2 - 2.4, 2.12 - 2.15, 3.2, 3.7, 5.5 - 5.10, 6.5, 6.6, 7.1, 7.2) в настоящем и будущем. Оцените объемы реализации новых ТО.

7.4. Определите область применения аналогичных ТР в ведущей других областях и отраслях техники (1.3, 2.5, 3.1, 3.3, 5.5 - 5.10, 6.5 - 6.9, 7.1 - 7.3, М7) в настоящее время и в будущем. Оцените объем реализации новых ТО. Для более полного охвата возможных приложений рекомендуется использовать стандарты и тезаурусы отраслевой терминологии, классификаторы патентных описаний, ключевые слова библиографических описаний и т. д.

7.5*. Оцените ожидаемый экономический эффект (7.1 - 7.4, М8) в зависимости от объемов реализации новых ТО.

7.6. Составьте заявки на изобретения для найденных ТР (2.9, 2.14, 2.16, 4.1 - 4.12, 5.5 - 5.10, 6.2 - 6.5, М2, М2А, М3, М7).

После решения задачи и получения удовлетворительных результатов рекомендуется проанализировать ход ее решения и выявить методические средства (новые эвристические приемы), с помощью которых были получены наиболее эффективные новые ТР. Включите эти методические средства в массив М6. Дополните массив М2 наилучшими найденными ТР.

В книге [3] даны рекомендации по составлению специализированных эвристических методов на основе обобщенного эвристического метода. Приведены примеры составления и использования специализированных методов, ориентированных на определенный класс ТО. Этот же подход можно использовать для составления индивидуальных методик инженерного творчества для личного пользования.

Основная суть составления специализированного метода состоит в том, что в нем, во-первых, включаются все инвариантные процедуры, отмеченные звездочкой; во-вторых, добавляются другие процедуры, которые обеспечивают значительное усиление метода, а также новые специальные процедуры и информационные фонды, которые также обеспечивают повышение эффективности специализированного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озеркин Д.В., Покровская Е.М. Фонд физико-технических эффектов: Методические указания по организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] – Томск: ТУСУР, 2018. – 39 с. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publicatons>
2. Методы поиска новых технических решений/Под ред. А.И. Половинкина. Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1976. – 192 с.
3. Автоматизация поискового конструирования/Под ред. А.И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981. 344 с.
4. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. Учебное пособие для вузов. Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1977. – 199 с.
5. Основы научных исследований. Учебное пособие. Под ред. В.И.Крутова. М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.
6. Чкалова О.Н. Основы научных исследований. Киев: Вища школа, 1976. – 195 с.
7. Голдстейн М., Голдстейн И. Как мы познаем. М.: Знание, 1984. – 256 с.
8. Коваленко Е.С., Киселев О.Н., Шарыгин Г.С. Основы научных исследований: Учебное пособие для вузов. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1988. – 192 с.
9. Зельдович Я.Б., Хлопов М.Ю. Драма идей в познании природы (частицы, поля, заряды). – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 240 с. – (Б-чка «Квант»; Вып. 67).
10. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Физматлит, 1994. – 192 с.
11. Горстко А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. – 160 с.