

# **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.**

Перницкий С.И.

# 1. Многофункциональность (МФ) - выполнение объектом нескольких различных функций

«В четвертый день сказал Бог: да будут светила на тверди небесной для освещения земли и для отделения дня от ночи, и для знамений, и времен, и дней, и годов; и да будут они светильниками на тверди небесной, тобы светить на землю. И стало так».

В человеческой практике МФ широко используется с древнейших времен - первые человеческие орудия труда были многофункциональными.

- В современном мире - множество многофункциональных вещей.
- Современная техника, особенно инф.-вычислительная, имеет высокий уровень МФ.
- Сотовый телефон - несколько десятков функций,
- Персональный компьютер – сотни функций.
- Многофункциональность – атрибут устройств, систем, действий, способов и технологий, их богатый ресурс.
- Повышение МФ - одна из ведущих тенденций развития современной техники.
- Область возможного использования МФ - практически все сферы человеческой деятельности.
- Широкое распространение и возможность получения существенного положительного эффекта обуславливают необходимость и актуальность всестороннего исследования явления многофункциональности.

Рубило :

рубил,  
скоблило,  
пилило,  
ударяло и  
даже  
убивало



# Цели и задачи исследований явления «Многофункциональность».

## Цели:

- Получение развернутого систематизированного знания о сущности явления МФ «многофункциональность».
- Разработка рекомендаций и инструментов по эффективному использованию многофункциональности для решения практических задач.

В числе ключевых и наиболее существенных следующие задачи исследований:

- **Выявление и систематизация примеров использования** явления «многофункциональность» в различных областях человеческой деятельности.
- **Выявление и классификация приемов, способов и условий повышения МФ.**
- **Выявление и исследование тенденций и линий развития МФ объектов.**
- **Выявление и классификация видов многофункциональности**
- **Положительные и отрицательные эффекты,** связанные с МФ.
- **Критерии эффективности** многофункциональных объектов.
- **Выявление структуры явления «многофункциональность», условий его возникновения, построение модели явления и ее исследование.**  
**Многофункциональность в ТРИЗ.**
- **Выявление места и роли** многофункциональности в современной технике и других областях человеческой деятельности.
- **Выявление областей преимущественного использования** и наибольшей эффективности многофункциональности.
- **Исследование особенностей МФ объектов в различных отраслях и периодах** человеческой деятельности.

# Многофункциональность (МФ)

## Исследование явления

### Инструменты для решения задач по повышению МФ

МФ -  
использование,  
актуальность

Программа  
исследований МФ

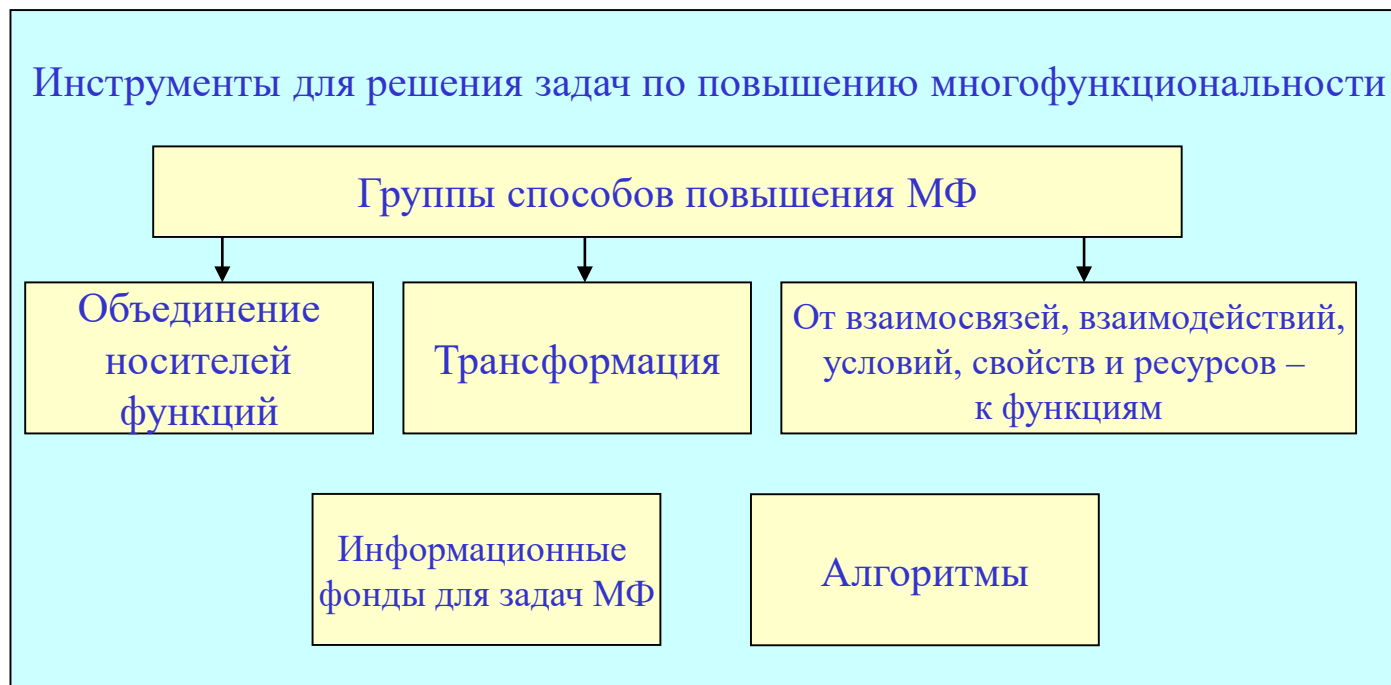
+ и -  
МФ

Виды МФ

Тенденции  
развития МФ

Место МФ  
в ТРИЗ

Задачи, решаемые с использованием МФ



# Многофункциональность в ТРИЗ

Сделать объект многофункциональным – это

- содержание принципа универсальности и процедуры свертывания
- одна из форм реализации ИКР и ведущего закона развития систем – «закона повышения степени идеальности при развитии системы».

**ТРИЗ многофункциональна -**

успешно выполняет широкий спектр разнородных функций:

- **анализ, постановка и решение задач,**
- **создание подходов, методов и средств решения и** информационного обеспечения процесса решения задач,
- **выявление законов и тенденций развития** сначала технических, а потом и всех других систем,
- **обучение и воспитание** всех поколений всех стран и народов,
- в процессе которых страждущие окунаются не только в ТРИЗ, но и во множество других культурных ценностей,
- получают не только **Знание и Мировоззрение**, но и высокий **эмоциональный заряд, уверенность** в решаемости проблем, **установку и настрой** на конструктивную деятельность.

# Достоинства и недостатки многофункциональности



## Повышение

- потребительских свойств,
- надежности и безопасности

## Уменьшение

- массы и занимаемого объема,
- требуемых для функционирования ресурсов,
- числа элементов и связей,
- стоимости (по совокупности)

Уровень многофункциональности во многих случаях является одним из основных показателей системы и аргументов в конкурентной борьбе.

- Относительное усложнение разработки, отработки и эксплуатации МФ систем,
- Более высокие требования к обслуживающему персоналу.
- В отдельных случаях снижение некоторых составляющих надежности вследствие усложнения системы и ее взаимосвязей по сравнению с однофункциональными системами.
- Качество и технологичность выполнения отдельно взятой функции во многих случаях у МФ системы несколько ниже, чем у специализированной однофункциональной.
- МФ устройства эксплуатируются относительно более интенсивно, чем устройства однофункциональные, а выход из строя МФ устройства эквивалентен выходу из строя всей группы устройств, функции которых оно выполняет.

# Виды многофункциональности

Методика: выявление и сбор практических МФ решений, анализ, основания классификации– Виды МФ

Основания классификации видов МФ:

- **Действие** функций,
- **Моменты** реализации функций,
- **Условия** реализации функций,
- **Объекты** функций ( на что направлено действие функций).

Каждое основание классификации охватывает несколько конкретных вариантов реализации.

Например, во времени разные функции могут быть реализованы:

- одновременно;
- в разные моменты, но в пределах одного этапа функционирования системы;
- на разных этапах функционирования;
- на разных этапах жизненного цикла.

Различные сочетания вариантов по каждому основанию классификации дают различные виды МФ.

Для компактного и наглядного представления совокупности возможных вариантов удобно использовать морфологическую таблицу, которая кроме описательного значения может использоваться для постановки и решения конкретных технических задач.

# Изобретательские задачи, решаемые с использованием многофункциональности

Существует два противоположных подхода к использованию многофункциональности

- “от требуемой функции - к системе, ее реализующей” (кратко: “от функции - к системе”, т.е. требуемую функцию реализовать заданной или какой-нибудь системой).
- “от имеющейся системы - к новым функциям” (“от системы - к функции”).

С учетом этих подходов и в зависимости от ограничений, накладываемых на преобразуемые системы и функции, многофункциональность может использоваться для решения следующих типов задач:

- **Требуемую функцию выполнить заданной системой** (Например, выполнить функцию вращать самолет по крену посредством руля высоты);
- Требуемую функцию выполнить какой-нибудь системой (Выполнить функцию вращать самолет по крену какой-нибудь системой самолета, кроме элеронов). Эту задачу можно свести к первой и последовательно ее решать для имеющихся (доступных) систем);
- Создать многофункциональную систему с заданным набором функций (Создать систему, выполняющую функции вращать самолет по тангажу, вращать самолет по крену и тормозить самолет);
- **Выявить функции, которые способна выполнить данная система** (Какие функции дополнительно может выполнить руль высоты?).
- +++++:
- ”Необходимо выполнить функцию, однако на обычно используемые для ее реализации средства, накладываются жесткие ограничения”.
- Осуществить дублирование без введения специальных дублирующих систем” .
- Задачи ускорения экспансии системы - распространения, расширения областей и условий применения системы
- Задачи конкурентной борьбы.



## 4. Инструменты для решения задач по повышению МФ

- частные способы достижения многофункциональности («приемы»);
- алгоритмы-методики;
- методические материалы для анализа потребности, задач, ресурсов и поиска решения;
- информационные фонды для поддержки процесса решения.



На практике используется по крайней мере несколько десятков приемов достижения МФ. При этом многие приемы можно рассматривать как приемы, реализуемые в рамках единого принципа, что позволяет объединить их в обособленные группы.

Наиболее часто для достижения многофункциональности используются следующие группы приемов: «Объединение носителей функций».

«Трансформация».

«От взаимосвязей, взаимодействий, условий, свойств и ресурсов - к функциям».

## 4.1.1. Группа приемов “Объединение носителей функций”

Группа включает в себя приемы и частные механизмы получения многофункциональных систем путем объединения двух или нескольких обособленных носителей различных функций, в результате чего образуется некое целое, выполняющее эти функции.

Приемы:

1. Объединение носителей функций без их изменения.
2. Объединение носителей функций с согласованием их ключевых для объединения параметров.
3. Объединение носителей функций с интеграцией их элементов.
4. Объединение носителей функций без возможности разъединения, с возможностью разъединения или с возможностью гибкого управления процессами объединение-разъединение.
5. Разделение целого на универсальные части и образование из них новых вариантов целого с новыми функциями

## Группа приемов “Объединение носителей функций”

Перечень может быть дополнен частыми способами объединения:

6. Согласование параметров объединяемых объектов (входных, выходных, питания, управления, установочных, сопрягающих, формы, размеров и устройства).  
Унификация и стандартизация связей, свойств, конструкции.  
Введение и использование соответствующих стандартов, протоколов и т.п.
7. Модульное строение, т.е. построение функциональных устройств в виде обособленного конструктивного целого с унифицированными стыковочными устройствами для образования связей различного рода (по физической природе: связей механических, оптических, электрических, гидравлических...; по назначению: связей силовых, энергетических, транспортных (для рабочих тел), управляющих, информационных...).
8. Выявление ресурсов для объединения-наращивания (объемы, связи, энергия, управление..) и использование их для формирования новых функций.
9. На стадии проектирования предусмотреть возможность введения в систему дополнительных функциональных устройств и наращивать их по мере возникновения потребности.
10. Уменьшение у дополняемых объектов-носителей функций размеров, объемов, массы, энергопотребления, количества требуемых ресурсов и связей.
11. Изменение взаимного положения объектов, их частей и их взаимосвязей.
12. Изменение вида и технологии объединения (объединить части объекта в различных сочетаниях, объединить элементы, структуры, взаимосвязи, ресурсы, операции...).

Возможно также использование различных сочетаний способов 1...12.

# Интеграция – высшая форма объединения систем с возникновением связанности отдельных дифференцированных частей и функций системы в единое целое

Интеграция структурных элементов играет существенную роль при создании МФ объектов путем объединения носителей функций. Степень и формы интеграции весьма многообразны.



Набор отдельных инструментов



Интеграция набора относительно однородных инструментов в единый корпус - рукоятку

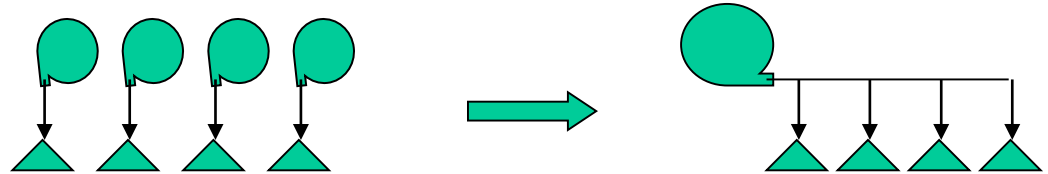


Интеграция относительно разнородных инструментов: нож, ножницы и фонарь

- Бак окислителя и бак горючего летательного аппарата имеют совмещенное общее днище.

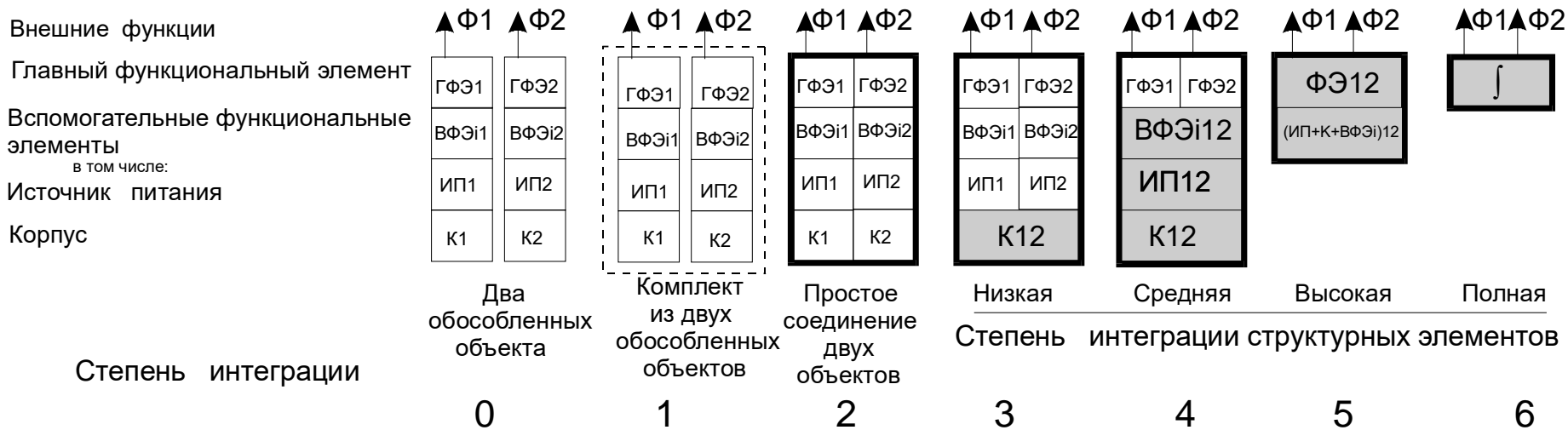


- Рулевая реактивная система имеет четыре поворотные камеры сгорания, питаемые одним общим турбонасосным агрегатом.



# Модель образования и развития многофункционального объекта путем интеграции его элементов на примере объединения двух «однофункциональных» объектов

В простейшем случае каждый объект - носитель функции можно условно представить в виде совокупности главного и нескольких вспомогательных функциональных элементов.



Первоначально две системы существуют обособлено (рис. 0).

При частом совместном их использовании или по другим причинам их объединяют в комплект (например, комплект бортового инструмента) (рис.1).

На следующей стадии два объекта "как есть" соединяются в единую конструкцию (рис.2).

За стадией простого механического объединения следует многостадийный процесс интеграции объединенных объектов. Интеграция начинается с наиболее простых функциональных элементов, выполняющих внутренние функции, вовлекая все большее и большее их количество. Чаще всего первыми интегрируются механические элементы, выполняющие соединяющую функцию - каркас, станина, корпус и т.п. и источники энергии (рис. 3, 4), а за тем и другие вспомогательные элементы (рис. 5), при этом возможны различные сочетания и последовательности.

Высшей стадией интеграции является некое цельное образование (конструкция-вещество), которое выполняет обе функции (рис.6).

Одним из основных способов интеграции является "свертывание" - объединение элементов в единую систему с сокращением вспомогательных частей

Рассмотренная схема представляет собой простейшую модель интеграции. Возможны, и в реальной практике встречаются, более сложные варианты:

- каждый из объединяемых объектов является многофункциональным;
- объединяются не два, а несколько объектов;
- осуществляется интеграция не только внутренних элементов между собой, но и интеграция внутренних элементов с надсистемой, окружающей средой или смежными системами;
- главную функцию реализует не один главный функциональный элемент, а совокупность нескольких элементов, причем некоторые из них также могут быть принадлежностью надсистем, смежных систем или окружающей среды;
- объединение может быть не полное, а частичное, и т.д.

## 4.1.2. Группа способов «Трансформация»

Несколько частных приемов повышения многофункциональности, следующих из примеров практических решений.

Прием 1 «Увеличить число однотипных объектов для получения новых свойств и новых функций».

Введение второго двигателя на самолете, увеличивает тягу и повышает надежность, + позволяет ограниченно управлять самолетом по курсу за счет асимметричного изменения тяги двигателей. Такая функция может оказаться ключевой в аварийной ситуации, например, при отказе руля направления.

• Прием.2. «Изменить ориентацию».

Изменение направления действия силы тяги двигателя с горизонтального на вертикальное приводит в выполнении новых функций: взлетать и садиться с укороченной взлетно-посадочной полосы, либо вообще на неподготовленной площадке, "в любом месте".

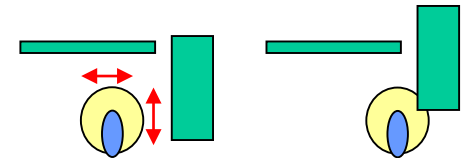
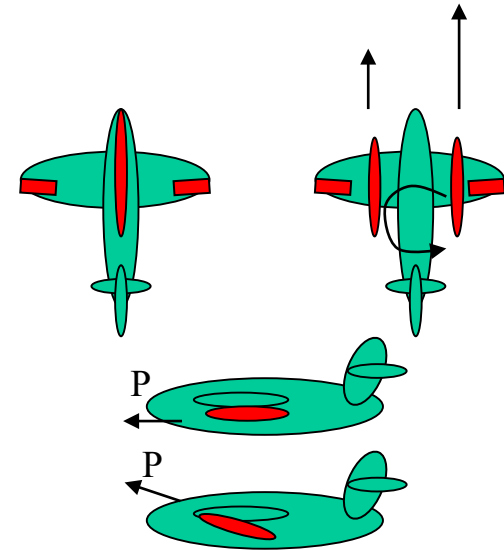
• Прием.3. «Выделить часть объекта и сделать ее подвижной».

Братья Райт первые ввели подвижность окончных частей задней кромки крыла самолета (в последствии - элероны) и получили новую функцию – управлять самолетом по крену. Это техническое решение резко повысило надежность и безопасность полета и оказалось прорывным для развития авиации.

• Приемы 4, «Изменить взаимное расположение объектов»,

• 5. «Ввести новую взаимосвязь, выполняющую требуемую функцию».

Коврик мыши скользит по столу и мешает работе на компьютере. Для получения требуемой функции «Удерживать коврик от скольжения», коврик, в частности, может быть частично придавлен системным блоком или монитором.



.....

**Совокупность таких приемов**

- может использоваться для решения задач и
- создает базу для анализа и рассмотрения проблемы с более общих позиций (патентный фонд второго уровня).

# Трансформация

**Трансформация** - преобразование, превращение – **это изменение.**

Изменять можно практически все.

Для локализации зон реализации новых функций желательно понимать структуру этого «всего»:

**Что изменять? Как изменять? Когда и при каких Условиях?**

**К чему это приведет и каков будет результат?**

**Возможные объекты изменения** - Что может меняться?:

- **Виды объектов:** исходная система и ее подсистемы и **системное окружение:** надсистемы нескольких видов и уровней, смежные системы по функционированию, местоположению, периодам жизненного цикла, окружающая среда, конкурирующие системы, случайные системы, различные их взаимосвязанные совокупности.
- **Облик и особенности объектов:** взаимосвязи, взаимодействия, взаимоотношения, ограничения, конфигурация, состояние, характеристики, ресурсы, свойства, функции, принципы действия, функционирование, операции, технологии, условия (функционирования, эксплуатации, взаимодействия..), влияющие факторы ,
- **Положение** и взаимоположение **в пространстве** (по степеням свободы -по координатам и углам (ориентации)) **и во времени**, относительно смежного объекта, надсистемы, ОС, стран света, солнца, светил, источников освещения, источников излучения электромагнитного, теплового, акустического...
- **Количество** – один, часть, два, несколько, взаимосвязанная группа, множество.
- **Качество.**
- Сила, энергия, фактор или **причина**, выполняющая или вызывающая трансформацию.

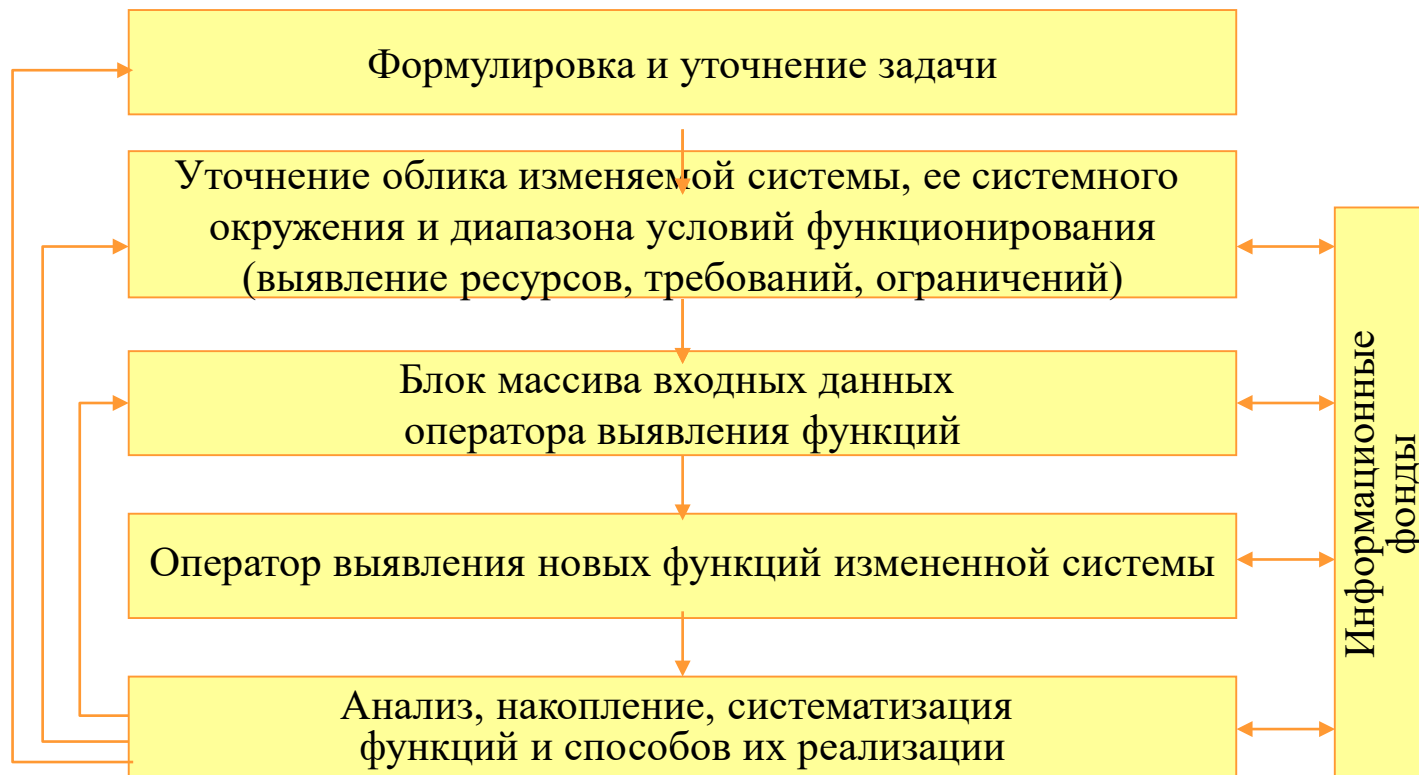


# Методика получения функций за счет трансформации

Основное звено - **Оператор «Выявление функций измененной системы»:**

- моделирование (мысленное, компьютерное или физическое на простейших или более сложных моделях) одного или нескольких актов возможной трансформации системы и ее системного окружения;
- выявление результатов трансформации;
- анализ возможности реализации новых функций с помощью полученных «трансформеров».

В целом методика, технология должна содержать и инфраструктуру для основного инструмента



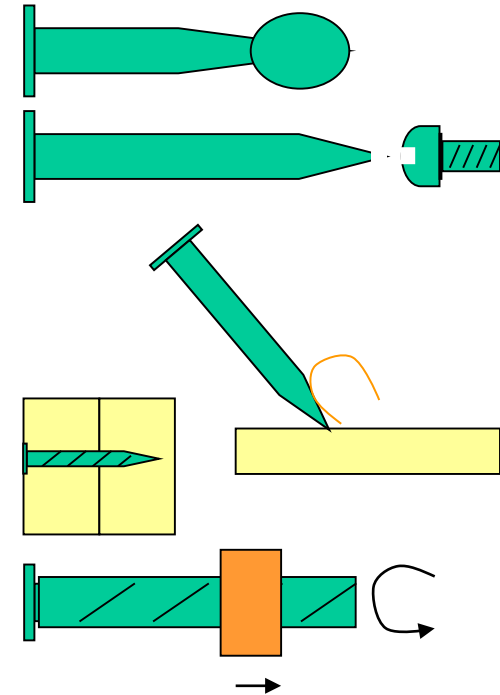
# Пример трансформации объекта и проявления новых функций

Исходный объект – «Гвоздь обыкновенный».



Изменяем форму гвоздя:

- Сплющиваем острый конец – получаем лопатку, позволяющую дозировать, перемешивать сыпучие вещества..;
- Выравниваем сплющенный конец и вводим его во взаимодействие с головкой винта – получаем отвертку, которая реализует функцию вращать винт (передать вращательный момент);
- Делаем этот конец острым и вводим во взаимодействие с деревом – получаем стамеску (долбить, резать), а при взаимодействии с бумагой – резак (резать, скрести, царапать).
- Плющим весь гвоздь – получаем прокладку, щуп.
- Затачиваем длинную сторону – получаем нож с его набором функций.
- Скручиваем вокруг продольной оси и сбиваем две доски – получаем функцию соединять детали с повышенной прочностью и надежностью за счет увеличения трения.
- Скрученный гвоздь может вращать движущийся вдоль его оси предмет.
- В скрученном гвозде можно увидеть прообраз шурупа, винта, шнека



.....и это только механические трансформации...

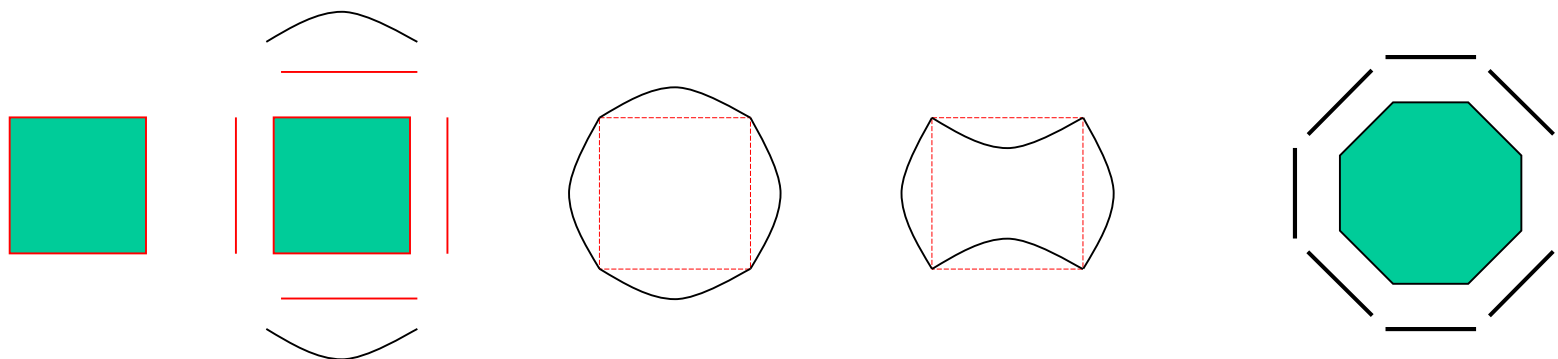
# Трансформация формы - один из часто используемых видов трансформации

- Форма изменится, если изменится любой параметр, характеризующий форму.



Геометрическую форму объекта можно характеризовать:






- видом образующих элементов,
- их взаимным положением
- количеством,
- соотношением размеров,
- величиной определяющих форму параметров



# Некоторые приемы образования и трансформирования формы объекта

- Изменять форму и размеры элементов; 
- Изменять количество элементов - добавляя или отнимая элементы; 
- Деформировать исходную форму: растягивать, сжимать, изгибать, скручивать, сдвигать; 
- Нарушать целостность; 
- Дробить, расчленять (любыми способами), Локально отщеплять материал (от глыбы – к скульптуре); 
- Объединять, осуществлять сборку (по аналогии: кирпич-здание-арх. ансамбль), Локально наращивать материал - лепная аппликация, напылять, осаждать из газа, раствора, расплава, приклеивать, вспучивать, вспенивать материал, ХЭ. 
- Изменить расположение 
- Расположить симметрично, ассиметрично; 
- Изменить ориентацию; 
- Изменить направление деформации; 
- Изменить структуру формы (создать структуру однородную, неоднородную, периодическую...); 
- Образовать отверстия и полости, частично или полностью их закрыть или заполнить; 
- Изменить взаимное расположение элементов объектов; 
- Выделить из целого часть, разделить целое на части и использовать функции частей, целого и частей;
- Изменить варианты и методику деления (и трансформации вообще)
- Образовать форму из совокупности объектов соответственно размещая их в пространстве.
- Изменить взаимосвязи формообразующих элементов;
- Ввести управление трансформированием. Повысить управляемость;
- Привести систему в движение. Использовать формы траекторий движения, поверхностей раздела для реализации новых функций.
- Изменить изменчивость.
- Неравномерно нагревать (изгиб, коробление);
- Использовать физические эффекты, связанные с перемещением, изменением размеров, ориентации и т.п.
- Изменить икроформу и текстуру поверхности

# Виды форм

—  —  —  —  —  - многомерная;



Симметричная – ассиметричная;  

Выпуклая - вогнутая; 

Острая - тупая; 

Обтекаемая – угловатая;  

Простая - сложная – составная – комбинированная;  

Цельная – разомкнутая (формообразующие элементы связаны между собой – разомкнуты, расположены «пунктирно»);  

Неизменяемая - изменяемая,

Стабильная - нестабильная   

Красивая - некрасивая;


Естественная – неестественная;  

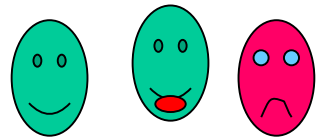
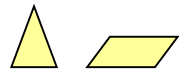
Количество ребер, поверхностей, выпуклостей, вогнутостей, характерных элементов, составных частей;    

Поверхность плоская, криволинейная, аperiodическая, периодическая; 

Количество, ориентация и форма отверстий и разрывов поверхности;

Количество и форма полостей внутри объекта;

По степени поддаваемости изменению формы:  
жесткая – гибкая, самоизменяемая, самонастраиваемая 



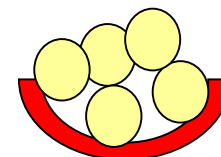
# Оператор «Изменение условий и взаимодействий»

Свойства и функции формы меняются в зависимости от условий и взаимодействий

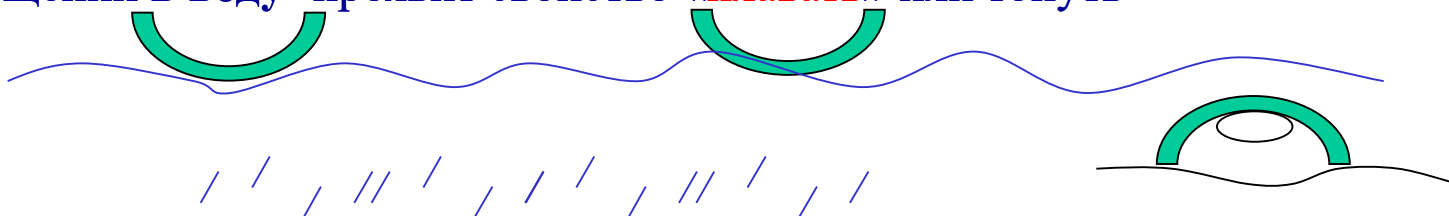
Например, элемент корытообразной формы:



обладает свойством «удерживать предметы», может служить посудой, или «скамьей примирения»



при помещении **в воду**- проявит свойство «**плавать**» или тонуть



будучи перевернут вверх дном -  
проявит свойство «непроницаемость» и возможность  
реализации функции «**защищать от осадков**»,

два проводящих элемента, помещенные в электромагнитное поле  
могут выполнять функцию **экранировать**

Поиск новых функций для исходной системы путем изменения формы  
необходимо сопровождать изменением и анализом  
условий и взаимодействий.

### 4.1.3. Группа приемов повышения многофункциональности «От взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий, свойств и ресурсов- к функциям»

Несколько приемов повышения МФ, полученных из анализа практических МФ решений:

- **Прием 1. Вводить систему в новые взаимодействия.**

Пример: Пластмассовая бутылка,

- наполненная водой, выполняет функцию «хранить воду»,
- наполненная горячей водой и введенная во взаимодействие с телом, выполняет функцию грелки, а
- пустая бутылка, погруженная в воду – функцию поплавка,
- а с вложенным письмом и брошенная в море – почтового транспортного средства,
- на необитаемом острове – функцию спасительницы или последней надежды.

- **Прием 2. Предусматривать и использовать функциональную избыточность.**

Принцип функциональной избыточности лежит в основе надежности всех организмов, например аорта выдерживает 20 атм, у гипертоников наблюдается максимум 0,3 атм.

Разработанный в 1984 г процессор Intel 80286, реализовывал многозадачность и мог непосредственно адресовать 16 Мб оперативной памяти (до этого было 1024Кб). В то время это было во много раз больше, чем требовалось. Но быстро стало мало.

- **Прием 3. Форсировать свойства объекта.** (фактически это ТРИЗовский прием разреш.ТП)

Каленый гвоздь, обладающий высокой твердостью (за счет состава сплава и термообработки), относительно легко проникает в бетон. Свертываются операции сверления и установки пробок и дюбелей. Каленый гвоздь заменяет сверло, дюбель (пробку, и простой гвоздь. Форсированное свойство - твердость - выше большинства строительных материалов

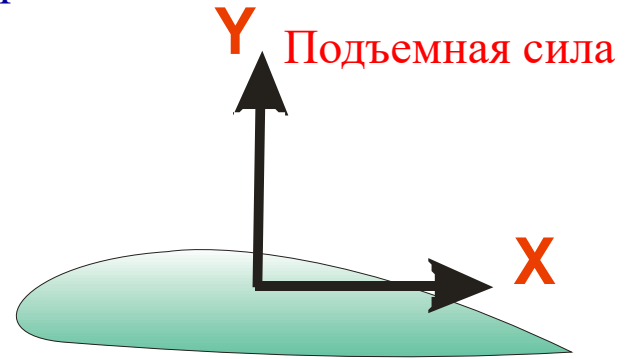
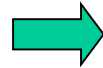
## Прием 4. «Привести систему в движение»

Примеры:

- Аэродинамическая сила возникает при относительном движении тела и среды. Нет движения – нет подъемной силы и нет полета. На аэродинамическом способе создания подъемной силы и летания основана современная авиация.



Неподвижное крыло



Крыло в потоке среды

- Жидкий металл в сосуде с круглым сечением, приведенный во вращение, может выполнять роль параболического зеркала
- Птица Киви в Австралии делает особые характерные движения, забрасывая пищу в желудок. Ее зоб (небо) недоразвито и не может как у других птиц проталкивать пищу в желудок. Рассказы о животных. ТВ991023]. Отсутствующая функция - «проталкивать пищу в желудок» (так как отсутствует носитель функции) заменяется движением всей системы.



## Группа приемов

### «От взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий, свойств и ресурсов - к функциям»

- **Прием 5. Изменить условия.**

Из народных наблюдений: «Когда кончается водка, закуска становится просто едой».

- **Прием 6. Использовать внутреннюю структуру «предрасположенную к многофункциональности», например, пористую.**

Пористая структура обладает свойствами легкость, плохая звуко- и теплопроводность, проницаемость, размещать (хранить) в порах различные вещества. Соответственно материалы и конструкции с пористой структурой могут выполнять функции: уменьшать вес, звуко- и теплоизолировать, пропускать, впитывать, хранить и отдавать вещество. Многообразие функций обеспечивают, в частности, свойство размещать (хранить) различные вещества и разнообразие свойств вводимых веществ. Исходя из этого можно сформулировать частный подприем обеспечения многофункциональности: «Для получения новых функций вводить (в частности, в поры) различные вещества с различными свойствами»..

- **Прием 7. Использовать окружающую среду для выполнения новых функций.**

Обтекающий крыло самолета воздух создает подъемную силу, а на больших углах атаки сам «вытягивает» предкрылок, что предотвращает сваливание самолета в штопор.

Питание радиации на самолете Р-5 осуществлялось электрогенератором, который вращался пропеллером, раскручиваемым воздушным потоком. Набегающий поток создает подъемную силу самолета и крутит пропеллер электрогенератора.

# От частных приемов – к общему способу

Выявление свойств объекта путем анализа имеющихся, а также введения новых взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий, свойств и ресурсов, позволяет получить достаточно обширный перечень его возможных функций

Исходные положения:

1. **Функция является проявлением свойств объекта**, т.е. чем больше известно свойств объекта, тем больше функций можно реализовать с его помощью
2. **Свойства проявляются во взаимосвязях, взаимодействиях, отношениях и условиях**, поэтому представление о многообразии свойств (и возможных функций) можно расширить путем рассмотрения объекта в многообразии взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий и ресурсов.
3. Во многих практических случаях функцию реализует **не отдельно взятый объект, а объект**
  - - взаимодействующий с другими объектами,
  - - включенный в особую систему взаимодействий
  - - находящийся в особых условиях.

Пример: углеводородное топливо

- при взаимодействии с маслом выполняет функцию "растворять масло",
- с пламенем - функции «гореть», «выделять энергию», «повышать температуру»,
- при взаимодействии в условиях полета с днищем крыльевого бака, - выполняет функцию разгружать крыло,
- в условиях криогенных температур топливо замерзает и может выполнять функции конструкционного материала.

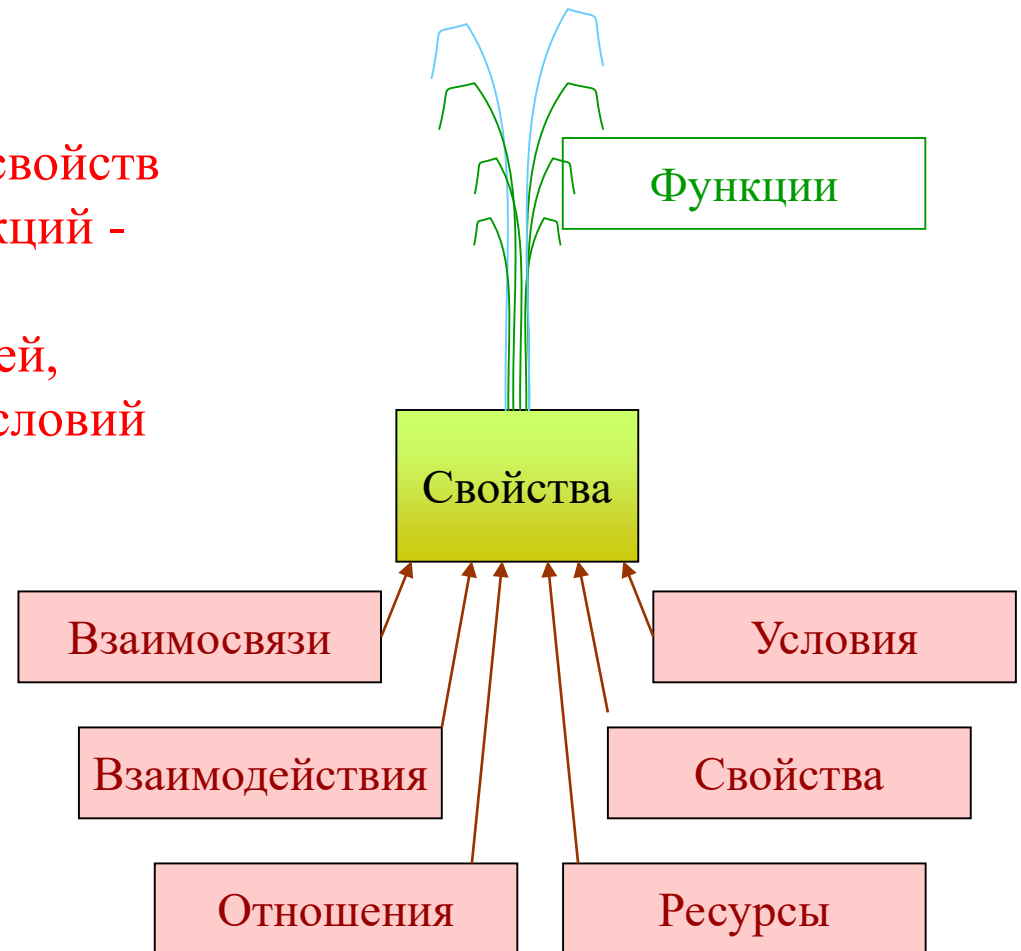
**Обобщенный способ повышения многофункциональности:**

**«Для выявления многообразия свойств объекта и его возможных функций вводить объект в многообразии взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий и ресурсов».**

«От взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий, свойств и ресурсов - к функциям».

Обобщенный способ повышения многофункциональности:

«Для выявления многообразия свойств объекта и его возможных функций - вводить объект в многообразии взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий и ресурсов».



«Смотри в корни функций с разных точек зрения!»

## 4.2. Алгоритмы-Методики

Опыт ТРИЗ свидетельствует о целесообразности перехода от разрозненных приемов к некоторой их системе и алгоритмизированным методикам.

Рассмотрим логику алгоритма и укрупненный алгоритм для решения задач вида:

- «Выявить функции, которые способна выполнить данная система»
- «Требуемую функцию выполнить заданной системой»

# Логика алгоритма и укрупненный алгоритм для решения задач вида «Выявить функции, которые способна выполнить данная система»

1. Уточнить облик исходной системы, ее системное окружение, с особым вниманием к анализу функций, взаимосвязей, взаимодействий, условий и свойств.
2. Уточнить требования и ограничения к требуемым дополнительным функциям.
3. Выявить потребности в функциях в системном окружении и у потенциальных потребителей исходной системы.
4. Сформулировать задачу.
5. Проанализировать имеющиеся, взаимосвязи, взаимодействия, условия, ресурсы и свойства исходной системы и ее системного окружения, при этом на каждом шаге анализировать возможность реализации новых функций со специальным вниманием к возможности реализации функций, требуемых системному окружению и потенциальным потребителям системы.
6. Для обеспечения возможности реализации исходной системой новых функций использовать обобщенный способ повышения многофункциональности путем выявления многообразия свойств объекта и его возможных функций при введении объект в многообразие взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий и ресурсов».
7. Проанализировать возможность и конкретные механизмы объединения и интеграции элементов системного окружения с исходной системой. При этом на каждом шаге анализировать возможность реализации новых функций, со специальным вниманием к возможности реализации функций, требуемых системному окружению и потенциальным потребителям системы.
8. Трансформировать исходную систему и ее системное окружение с выполнением анализа взаимосвязей, взаимодействий, условий, свойств и ресурсов и с анализом на каждом шаге возможности реализации новых функций
9. Найденные решения поставленной задачи и решения, ведущие к совершенствованию и развитию исходной системы, систематизировать, оценить, провести сравнительный анализ и выбор решений для дальнейшей проработки.
10. Шаги алгоритма сопровождаются обращением к имеющимся и доступным информационным фондам и методическим рекомендациям.

## 4.3. Информационные фонды для поддержки процесса поиска новых функций

- В практике ТРИЗ для повышения эффективности процесса решения изобретательских задач формируются и широко используются средства информационной поддержки, например междисциплинарные фонды физических, химических и геометрических эффектов

Для решения задач по повышению многофункциональности систем и объектов могут быть полезны указатели типа:

- **«Функция - средства достижения»**, (Пример: **Функция**: "Увеличить скорость полета самолета" - **Средства достижения функции**: увеличить тягу двигателя; уменьшить аэродинамическое сопротивление, например, путем улучшения аэродинамических характеристик, уменьшения размеров, увеличения высоты полета, воздействия на среду полета; уменьшить массу ЛА; уменьшить угол атаки; лететь со снижением; изменить среду полета. )
- **«Объект, действие - возможные функции»**(Пример: **Объект**: Керосин– **Возможные функции**:  
Энергетические: выделять энергию (выделять тепло, повышать давление и кинетическую энергию), нагревать, охлаждать, аккумулятором холод, стабилизировать температуру, теплоизолировать, переносить теплоту, служить источником получения более высокоэффективного топлива, взрывать;  
Механические: упрочнять конструкцию, передавать давление, разгружать крыло, управлять - положением центра масс летательного аппарата (ЛА), углом атаки, креном, величиной моментов инерции ЛА, служить балластом управлять вектором тяги передавать, гасить или усиливать колебания, вибрацию транспортировать объекты и вещества служить рабочим телом в трубопроводном транспорте промывать поверхности, полости, емкости, трубопроводы.....
- **«Свойство (Сочетание свойств) - функции»**  
(Пример: **Свойство**: Липкий – **Функции**: фиксировать, соединять, приклеивать, пачкать, удерживать, герметизировать....
  - Острый и твердый - резать, отделять, разделять
  - Острый, твердый и тяжелый - рубить)
- +++

## 5. Некоторые тенденции развития многофункциональности

- T1 Тенденция **повышения многофункциональности** - одна из ведущих тенденцией развития современной техники.
- T2 Тенденция **повышения интегрированности** элементов системы.
- T3. Тенденция **увеличения полноты набора функций** многофункциональной системы (линия развития): **"От одной функции - к многофункциональности, от многофункциональности - к функциональной полноте"**.. Объединяются два функциональных элемента, несколько, столько, сколько нужно для выполнения "всех" (по крайней мере на уровне понимания потребностей в текущий момент) требуемых от подобной системы функций. Эту тенденцию развития систем можно сформулировать в виде тезиса:
- T4 Тенденция **оптимизации набора функций**: **«От “бесконечного” набора функций – к набору действительно необходимому, оптимальному для потребителя».**

При установлении оптимального уровня многофункциональности необходимо учитывать:

- качество выполнения функции,
- уровень надежности,
- удобства использования,
- частоту выполнения функций,
- частоту смены функции,
- затраты на переналадку, настройку для выполнения новой функции и спектр возникающих при этом проблем и потребностей,
- затраты труда, времени, финансов, ресурсов,
- получаемую прибыль,
- конкурентоспособность.

Наблюдаемые тенденции следуют из таких законов развития технических систем как стремление к повышению идеальности, согласование параметров, развертывание-свертывание технических систем, существование которых установлено в ТРИЗ

# Выводы

1. Обоснована необходимость продолжения исследований явления «Многофункциональность» и предложена программа исследований.

## 2. В части инструментов для решения изобретательских задач:

- Выявлен ряд приемов повышения многофункциональности (на основе анализа практических многофункциональных решений);

Предложены:

- Систематизация приемов повышения многофункциональности по трем группам: «Объединение носителей функций», «Трансформация». «От взаимосвязей, взаимодействий, условий, свойств и ресурсов - к функциям»;
- Оператор «Выявление функций измененной системы»;
- Методика получения функций за счет трансформации;
- Оператор «Изменение условий и взаимодействий»;
- Обобщенный способ повышения многофункциональности путем введения объекта в многообразие взаимосвязей, взаимодействий, отношений, условий и ресурсов;
- Логика алгоритма и укрупненный алгоритм для решения задач повышения МФ (начальное приближение).

## 3. В части специализированных информационных «фондов»:

- Выявлены виды задач по повышению многофункциональности;
- Выявлены преимущества и слабые стороны многофункциональности;
- Предложена классификация видов МФ;
- Предложен перечень возможных изменяемых объектов;
- Приемы образования и трансформирования формы объекта;
- Виды форм;
- Предложения по специализированным указателям: «Функция - средства достижения», «Объект, действие - возможные функции», «Свойство (Сочетание свойств) – функции»;
- Выявлены тенденции развития многофункциональности: повышение МФ, повышение интегрированности элементов системы, увеличение полноты набора функций, оптимизация набора функций;
- Выявлена линия развития МФ: "От одной функции - к многофункциональности, от многофункциональности - к функциональной полноте, от “бесконечного” набора функций – к набору действительно необходимому, оптимальному для потребителя».



**Спасибо за внимание !**

# Логика алгоритма и укрупненный алгоритм для решения задач вида «Требуемую функцию выполнить заданной системой»

1. Уточнить облик исходной системы, ее системное окружение, с особым вниманием к анализу функций, взаимосвязей, взаимодействий, условий и свойств.
2. Уточнить требования и ограничения к требуемой дополнительной функции.
3. Сформулировать задачу.
4. Проанализировать имеющиеся, взаимосвязи, взаимодействия, условия, ресурсы и свойства исходной системы и ее системного окружения, при этом на каждом шаге анализировать возможность реализации новых функций
5. Проанализировать известные способы и средства реализации требуемой функции.
6. Проанализировать возможность и конкретные механизмы объединения и интеграции известных решений с исходной системой
7. Если найденные решения удовлетворяют имеющимся потребностям, а возможности дальнейших поисков отсутствуют, то можно на этом и закончить или перейти к последнему шагу.
8. Трансформировать исходную систему и ее системное окружение, при этом на каждом шаге анализировать возможность реализации новых функций. С трансформированными объектами целесообразно повторить предыдущий шаг.
9. Систематически изменять исходные, взаимосвязи, взаимодействия, условия, ресурсы исходной системы и ее системного окружения, при этом на каждом шаге анализировать новые свойства и возможность реализации новых функций
10. Найденные решения поставленной задачи и решения, ведущие к совершенствованию и развитию исходной системы, систематизировать, оценить, провести сравнительный анализ и выбор решений для дальнейшей проработки.
11. Шаги алгоритма сопровождаются обращением к имеющимся и доступным информационным фондам и методическими рекомендациями.