

Типовые приемы разрешения технических противоречий

Каждое движение мысли должно быть точным и выверенным, как движение летчика, ведущего самолет.

Авиаконструктор А. Яковлев

Анализ больших массивов патентной информации показал, что для устранения примерно полутора тысяч наиболее часто встречающихся технических противоречий имеется около 40 наиболее сильных приемов, дающих эффективные решения.

Список приемов с необходимыми подприемами приведен ниже в том виде, как он был сформулирован Г.С. Альтшуллером. Курсивом выделены примеры, иллюстрирующие приёмы.

Список приемов устранения технических противоречий

1. Принцип дробления

- Разделить объект на независимые части:
Декомпозиция работ при выполнении больших проектов.
Можно застраховать как свое здоровье в целом, так и отдельные части тела: ноги, руки, глаза и т.д.
- Сделать объект легко разбираемым:
Сборка мебели по модульному принципу.
- Увеличить степень дробления\ измельчения объекта.
Использование порошковой проволоки при сварке вместо стержня для лучшего проникновения.



2. Принцип вынесения

- Отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственную нужную часть (нужное свойство):
Размещение компрессора за пределами здания, где проводятся работы.
Использование волоконной оптики или световодов для отделения собственно источника света от места, где свет необходим.
Использование звука лающей собаки для охранной сигнализации.

3. Принцип местного качества

- Перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной:

Использование градиента температуры, плотности или давления вместо постоянной температуры, плотности и давления.

- разные части объекта должны иметь разные функции:
Lunch Box со специальными отделениями для горячей и холодной твердой пищи и жидкости.
- Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе:
Твердосплавные пластины токарных резцов.
Многофункциональный инструмент для зачистки проводов, маникюрный набор и т.д.

4. Принцип асимметрии

- Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной:
Асимметричный смеситель или асимметричные лопасти в симметричных сосудах для улучшения перемешивания (цементовозы, миксеры, блендеры).
Получение плоской поверхности на цилиндрическом валу для надёжного крепления ручки.
Асимметричная установка фар автомобиля.
- Если форма уже ассиметрична, то увеличить степень асимметрии:
Переход от круговых уплотнительных колец к кольцам с овальным сечением для улучшения уплотнения сложных соединений.
Использование астигматической оптики для смешения цветов.



5. Принцип объединения

- Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты:
Персональные компьютеры в сети.
Тысячи микропроцессоров, объединённых параллельно в процессоре компьютера.
- * *Пингвины, объединенные в тесную толпу, более защищены от холода, чем одинокий пингвин.*
- Объединить во времени однородные или смежные операции:
Медицинские диагностические инструменты, которые анализируют несколько параметров крови одновременно.



6. Принцип универсальности

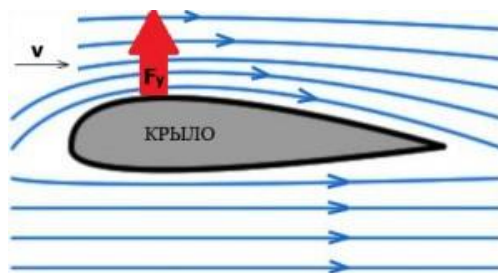
- Объект должен выполнять несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах:
Ручка зубной щетки содержит зубную пасту.
Автомобильное кресло для ребенка превращается в коляску.
Руководитель группы выступает в качестве стенографиста и хронометриста.

7. Принцип матрешки

- Разместить один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь находится внутри третьего и т. д.:
Портативная аудиосистема (микрофон помещается внутри передатчика, который помещается внутри контейнера с усилителем).
- Обеспечить прохождение одного объекта сквозь полость в другом объекте:
Выдвижная радиоантенна.
Телескопическая указка.
Зум-объектив.
Ремень безопасности в автомобиле.
Размещение выдвижного шасси самолета внутри фюзеляжа (также демонстрирует принцип 15).

8. Принцип антивеса

- Компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой:
Введение пенообразователя в связку брёвен для обеспечения плавучести.
Использование воздушного шара с гелием для поддержки рекламного баннера.
- Компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэродинамических, гидродинамических и т. п. сил):
Форма крыла самолета снижает плотность воздуха над крылом и увеличивает плотность под крылом, чтобы создать подъемную силу¹ (также демонстрирует принцип 4, асимметрия).
Суда на подводных крыльях поднимают судно над водой во время движения, чтобы уменьшить лобовое сопротивление.



9. Принцип предварительного противодействия

- Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям:
Использовать специальный раствор, чтобы предотвратить вред от воздействия pH.
- Если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить противодействие:
Предварительное напряжение арматуры перед заливкой бетона.
Использование свинцового фартука для защиты от воздействия рентгеновских лучей.
Использование клейкой ленты, чтобы защитить часть объекта при окраске.

10. Принцип предварительного исполнения действия

¹ <http://sciencenow.ru/2013/04/pochemu-samolety-letayut/>

- Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично):

Обои, предварительно обработанные клеем.

Стерилизация всех инструментов, необходимые для хирургического вмешательства.

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

Гибкое автоматическое производство.

11. Принцип заранее подложенной подушки

- Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами:

Резервный парашют.

Альтернативные системы кондиционирования для авиационных приборов.

12. Принцип эквипотенциальности

- Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект:

Замки в канале между двумя водоёмами.



13. Принцип «наоборот»

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

Чтобы ослабить соединение деталей, необходимо охлаждать внутреннюю деталь вместо нагрева внешней.

«Если гора не идёт к Магомеду, то Магомед идёт к горе».

- Сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную движущейся:

Поворот детали вместо инструмента.

Движущийся тротуар для стоящих людей.

Беговая дорожка (для ходьбы или бега на месте).

- Перевернуть объект вверх ногами, вывернуть его.
- Повернуть сборочную единицу вверх дном, чтобы установить крепеж.*



14. Принцип сфероидальности

- Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям:

Использование арок и куполов для повышения прочности в архитектуре.

- Использование роликов, шариков, спиралей:

Спиральные передачи для поднятия тяжестей.

Шариковые и роликовые стержни в ручках для равномерного распределения чернил.

- Перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу:

Организация линейного движения курсора на экране компьютера с помощью мыши или трекбола.

Стиральная машина.

15. Принцип динамичности

- Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы:

Регулировка руля (сидения, спинки или положение зеркала).

- Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга:

Закрылки самолёта выполнены в виде поворотных элементов для повышения управляемости и несущей способности крыла.

- Если объект неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся:

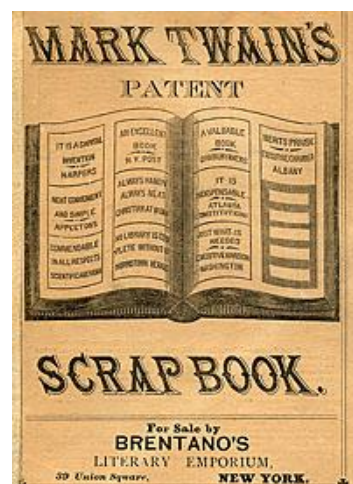
Гибкий эндоскоп для исследования двигателей.

16. Принцип частичного или избыточного действия

- Если трудно получить 100 % требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше, задача при этом может существенно упроститься:

Избыточное распыление при покраске, затем удаление избытка краски.

Использование трафарета при окраске (применение принципа 3 – Местное качество и принципа 9 – Предварительное анти-действие).



17. Принцип перехода в другое измерение

- Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (на плоскости), соответственно задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, упрощаются при переходе к пространству трех измерений:

Инфракрасная компьютерная мышь для презентаций перемещается в пространстве, а не по поверхности.

Расположение осей режущего инструмента многокоординатного обрабатывающего центра.

- Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной:

Электронные чипы по обеим сторонам печатной платы.

- Наклонить объект или положить его на бок:

Самосвал.

- Использовать обратную сторону данной площади.

18. Использование механических колебаний

- Привести объект в колебательное движение:

Электрический нож с вибрирующими лезвиями.

Вибрационное нанесение порошка.

- Если такое движение уже совершается – использовать частоту, близкую к резонансной:
Уничтожение камней в желчном пузыре или камней в почках с помощью ультразвукового резонанса.
- Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы:
Кристалл кварца в качестве колебательной системы для обеспечения точности хода часов.
- Использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями:
Смешивание сплавов в индукционной печи.

19. Принцип периодического действия

- Перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному):
Замена непрерывной сирены импульсным звуком.
- Если действие уже осуществляется периодически – изменить периодичность:
*Частотная модуляция для передачи информации вместо кода Морзе.
Замена непрерывной сирены звуком, который изменяет амплитуду и частоту.*
- Использовать паузы между импульсами для другого действия:
Вдох после каждых 5 сжатий груди при сердечно-лёгочной реанимации.

20. Принцип непрерывности полезного действия

- Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полезной нагрузкой):
Маховик сохраняет энергию, когда автомобиль останавливается, так что двигатель может продолжать работать на оптимальной мощности.
- Устранить холостые и промежуточные ходы.

21. Принцип проскока

- Преодолевать вредные или опасные стадии процесса на большой скорости:
*Работа сверла стоматолога с высокой скоростью, чтобы избежать нагрева тканей.
Разрезание пластика на высокой скорости, чтобы тепло не успело распространиться по материалу с целью избежать деформацию формы.*

22. Принцип «обратить вред в пользу»:

- Использовать вредные факторы, в частности, вредное воздействие среды, для получения положительного эффекта:
Использование отходов материала одного процесса в качестве сырья для другого.
- Устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором:
Применение гелиево-кислородной смеси для дайвинга – ликвидация азотного наркоза и кислородного отравления при использовании воздуха.
- Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным:
Встречный огонь – действенное средство для ликвидации лесного пожара.

23. Принцип обратной связи

- Ввести обратную связь:
Автоматическое регулирование сигнала в электрических цепях.
Гирокомпас в автопилоте.
- Если обратная связь есть, изменить ее:
Изменение точности автопилота перед посадкой.
Изменение чувствительности термостата при нагреве и охлаждении с целью снижения потребления энергии.



24. Принцип посредника

- Использовать промежуточный объект-переносчик, переносящий или передающий действие;
- На время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.
Держатели для горячих блюд.

25. Принцип самообслуживания

- Объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции:
Сатуратор для насыщения воды углекислым газом.
Регенерация вольфрамовой нити накаливания в галогеновых лампах.
Сварка стали и алюминия трением.
- Использовать отходы (энергии, вещества):
Использование тепла от процесса выработки электроэнергии – «когенерация».
Использование отходов животноводства в качестве удобрения.
Использование пищевых отходов и сорняков после прополки для создания компоста.

26. Принцип копирования

- Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощение и дешевые копии:
Дистанционное участие в семинаре вместо дорогостоящей командировки.
- Заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями), использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии) или разноцветные копии с помощью светофильтров:
Фотосъемка из космоса.
Измерение объекта путем измерения на фотографии.
- Если нельзя использовать видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.
Изображение в инфракрасном спектре для обнаружения источников тепла, например, определение болезни в посевах или злоумышленников в системе безопасности.

27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности

- Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом

некоторыми качествами (например, долговечностью):

Пластиковые чашки, одноразовые подгузники, многие виды товаров медицинского назначения.

28. Замена механической схемы

- Заменить механическую схему электрической, оптической, тепловой, акустической или запаховой:

Замена физического забора акустическим (сигнал обнаружения животного).

Использование плохо пахнущих соединений в природном газе для предупреждения утечки газа вместо механического или электрического датчика.

- Использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектами:

Смешивание двух порошков с помощью электростатического заряда (положительного и отрицательного).

- Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к т меняющимся во времени, от неструктурных – к имеющим определенную структуру:

В первых системах связи использовалось всенаправленное вещание, теперь используются стандарты телевизионного вещания.

- Использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

Нагревание вещества, содержащего ферромагнитный материал с помощью меняющегося магнитного поля. Когда температура превышает точку Кюри, материал становится парамагнитным и больше не поглощает тепло.

29. Использование пневмоконструкций и гидроконструкций

- Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные:

Удобная вставка в подошву наполнена гелем.

Накапливание энергии от торможения транспортного средства в гидравлической системе, а затем использование накопленной энергии для ускорения.

30. Использование гибких оболочек и тонких пленок

- Вместо объемных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки:

Использование надувных структур из тонкой плёнки для покрытия теннисных кортов зимой.

- Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

Плёнка-поплавок из биполярного материала (гидрофильные - гидрофобные) на водоемах для ограничения испарения.



31. Применение пористых материалов

- Выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые

элементы (вставки, покрытие и т. д.):

Сверление отверстий в структуре с целью уменьшить вес.

- Если объект уже выполнен пористым, предварительно заполнить поры каким-то веществом:

Графеновые топливные ячейки для хранения водорода.

32. Принцип изменения окраски

- Изменить окраску объекта или внешней среды.
- Изменить степень прозрачности объекта или внешней среды:

Прозрачная повязка на рану.

- Для наблюдения за плохо видимыми объектами использовать красящие добавки.
- Если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.



33. Принцип однородности

- Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам):

Сделать контейнер из того же материала, что и содержимое, чтобы избежать химических реакций.

Выведение пятен от смолы с помощью растительного масла.

34. Принцип отброса или регенерации частей

- Выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта, должна быть отброшена (растворена, испарена и т. п.) или видоизменена:

Растворяемые капсулы.

Исе-структуры: использование льда или диоксида углерода (сухого льда).

- Расходуемые части объекта должны восстанавливаться непосредственно в ходе работы.

Самозатачивающиеся лезвия.

35. Изменение физико-химических параметров объекта

- Изменить агрегатное состояние объекта (газ, жидкость или твердое вещество):

Технология изготовления шоколадных конфет с начинкой.

Транспортировка кислорода или азота в виде жидкости.

- Изменить концентрацию или консистенцию:

Концентрированное жидкое мыло для рук

- Изменить степень гибкости:

Вулканизация резины с целью изменить гибкость и прочность.

- Изменить температуру, объём:

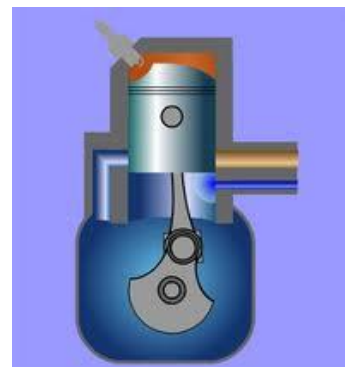
Повышение температуры выше точки Кюри с целью изменить магнитные свойства вещества.

Повышение температуры при приготовлении еды (изменение вкуса, аромата, текстуры, химических свойств и т.д.)

36. Применение фазовых переходов

- Использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла и т. д.

Вода расширяется при замерзании: Ганнибал использовал это явление, когда отправился в поход на Рим несколько тысяч лет назад. Большие камни заблокировали проходы в Альпах. Он приказал полить камни водой. Ночью вода замёрзла и разрушила породу. Принцип работы теплового насоса.



37. Применение термического расширения

- Использовать термическое расширение или сжатие материалов:
Получение герметичного соединения путём охлаждения внутренней части и нагрева внешней части.
- Если термическое расширение уже используется, применить несколько материалов с разными коэффициентами термического расширения.

38. Применение сильных окислителей

- Заменить обычный воздух обогащенным:
Nitrox или другие невоздушные смеси в аквалаангах.
- Заменить обогащенный воздух кислородом:
*Использование кислородно-ацетиленовой горелки.
Лечение ран в кислородной среде с высоким давлением.*
- Воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями.
- Использовать озонированный кислород.
- Заменить озонированный или ионизированный кислород озоном:
Ускорение химической реакции путем ионизации газа перед использованием.

39. Изменение степени инертности

- Заменить обычную среду нейтральной:
Сварка в аргоне.
- Ввести в объект нейтральные части, добавки и т. д.
- Вести процесс в вакууме.

40. Применение композиционных материалов

- Перейти от однородных материалов к композиционным:
Доска для серфинга из стекловолокна.