

# АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ (АРНЗ)

Теория решения  
изобретательских  
задач

# Альтшуллер Генрих Саулович



15.10.1926 – 24.09.1998

- Родился 15 октября 1926 г. в г. Ташкенте (СССР, Узбекистан)
- В 1931 г. семья переехала в г. Баку
- В феврале 1944 г. ушел добровольцем в Советскую Армию.
- Первое авторское свидетельство на изобретение получил в 17 лет
- К 24 годам число изобретений превысило десять.
- **Основной постулат ТРИЗ: технические системы развиваются по определенным законам, эти законы можно выявить и использовать для создания алгоритма решения изобретательских задач.**
- В 1948 г. написал письмо Сталину с резкой критикой положения дел с изобретательством в СССР.
- 28 июля 1950 г. арестован Министерством госбезопасности СССР, без суда приговорен Особым совещанием МГБ к 25 годам лишения свободы и отправлен в Речлаг - один из лагерей Воркуты.
- В 1970 г. создал в Баку (СССР, Азербайджан) Школу молодого изобретателя, которая в 1971 г. переросла в **АЗОИИТ** (Азербайджанский общественный институт изобретательского творчества) - первый в мире центр обучения ТРИЗ.

# История развития ТРИЗ

- исследования разных стран подтверждают, что ТРИЗ работающий инструмент;
- ТРИЗ – «наше» изобретение. MADE IN USSR;
- ТРИЗ пользовалась большой популярностью в стране в 70х и 80х годах. В 1971 году начали работать школы ТРИЗ в Баку, Дубне, Днепропетровске. В 1980 г. ТРИЗ включена в учебные программы вузов Украины.
- в 1984/85 учебном году насчитывалось свыше 250 школ ТРИЗ
- ТРИЗ используют Ford, Motorola, Procter & Gamble, Siemens, LG
- в 1998 году в США открылся Институт Альтшуллера
- В середине 80х годов книги по ТРИЗ были переведены на английский, немецкий, финский, японский, болгарский и др. языки;
- В 1985 г. Разработана концепция становления и развития творческой личности, ставшая ядром ТРТЛ (теория развития творческой личности);
- элементы ТРИЗ получили широкое распространение в педагогике (в школах, детских садах) .

# Учебные программы ТРИЗ

Объем занятий, часов	Письменные работы	Цели обучения
До 40	-	Ознакомление с принципами теории. Привлечение к дальнейшей учебе
60 – 80 (полгода занятий раз в неделю или двухнедельный семинар с отрывом от работы)	Домашние задания, контрольная работа	Углубленное ознакомление с принципами. Частичное освоение рабочих инструментов ТРИЗ
120 – 140 (год занятий раз в неделю или месячный семинар с отрывом от работы)	Домашние задания. Контрольные и курсовые работы. Выпускная работа	Освоение основных рабочих инструментов ТРИЗ и решение с их помощью одной производственной задачи. Выработка некоторых навыков творческого мышления.
220 – 280 (два года занятий раз в неделю или два месячных семинара с отрывом от работы)	Домашние задания. Контрольные и курсовые работы. Выпускная работа по окончании первого курса. Дипломная работа по окончании второго курса.	Освоение современной ТРИЗ и решение нескольких производственных задач (с оформлением заявок). Выработка устойчивых навыков творческого мышления. Подготовка преподавателей и разработчиков ТРИЗ.

ЗАДАЧА. Для изготовления штампа применяют металлическую плиту с 16 тыс. полусферических углублений, в которые по чертежу укладывают двухмиллиметровые стальные шарики. Когда рельефный рисунок выложен, включают электромагнит, расположенный внутри плиты и шарики прочно прилипают к ее поверхности. К сожалению, сборка идет вручную, медленно: на укладку шариков в одну плиту затрачивается до 14 часов. Нужно усовершенствовать этот способ.

Объем занятий, час	Решение по АРИЗ-77 или стандартам-28, %	Решение по АРИЗ-82 или стандартам-50, %
40	25-30	35-40
120 – 140	70-75	85-90
220 - 280	100	100

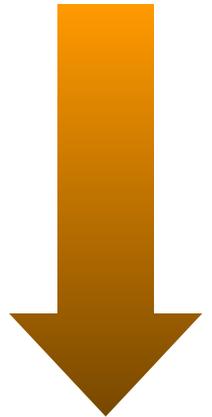
ЗАДАЧА. При выплавке чугуна в домнах образуется расплавленный шлак (температура около 1000 гр.). Его сливают в ковши на рельсовом ходу и увозят на шлакоперерабатывающие установки (использование жидкого шлака экономически выгодно, переплав твердого шлака нерентабелен). Шлак, залитый в ковш, охлаждается, на поверхности расплава образуется твердая корка. Чтобы вылить шлак из ковша, в корке пробивают два отверстия. Шлак охлаждается, в итоге удается вылить не более 70% шлака. Ковши увозят на специальные эстакады, затвердевший шлак выбивают и отправляют на отвалы, громоздящиеся вокруг завода.

Вариант решения	Группа с преобладанием металлургов		Группа с преобладанием студентов	
	плюс	минус	плюс	минус
Перемешивать шлак	2	17	9	11
Обогреть шлак	13	6	16	4
Добавить в шлак краску	-	19	2	18
Закрывать ковш съемной крышкой	14	5	11	9
Добавить в шлак лед (снег, воду)	-	19	-	20
Поместить ковш в сильное магнитное поле	2	17	14	6
Обрабатывать ковш ультразвуком	1	18	11	9

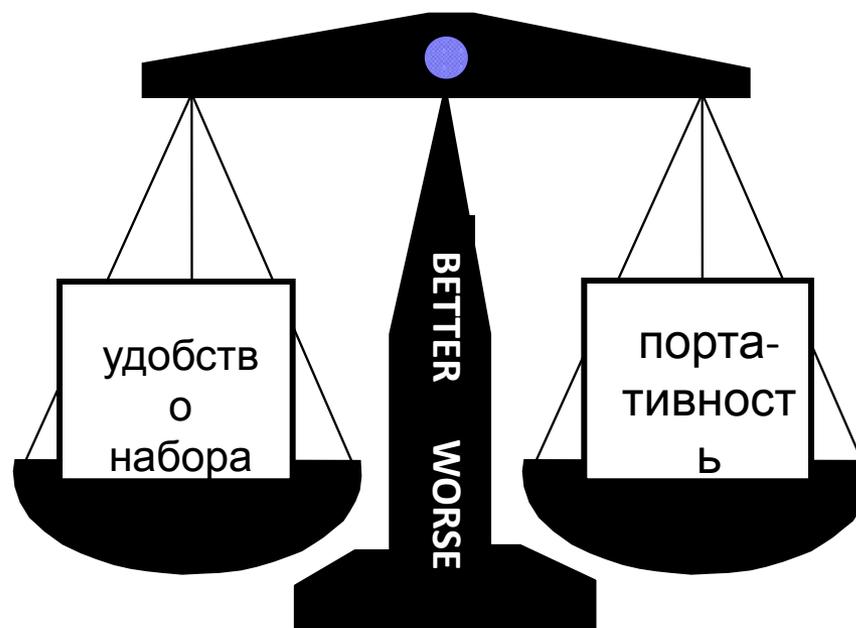
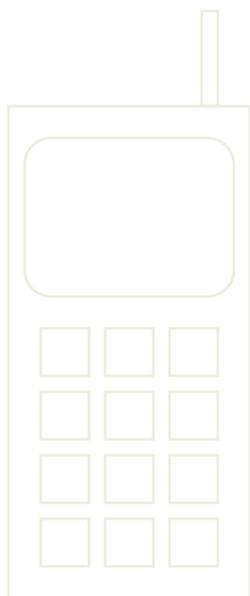
# Каждое изобретение – это разрешение противоречия

## Методы: Анализ противоречий

- Административные (Поверхностные).
- Технические (Углубленные).
- Физические (Обостренные).



# Технические противоречия (Пример)



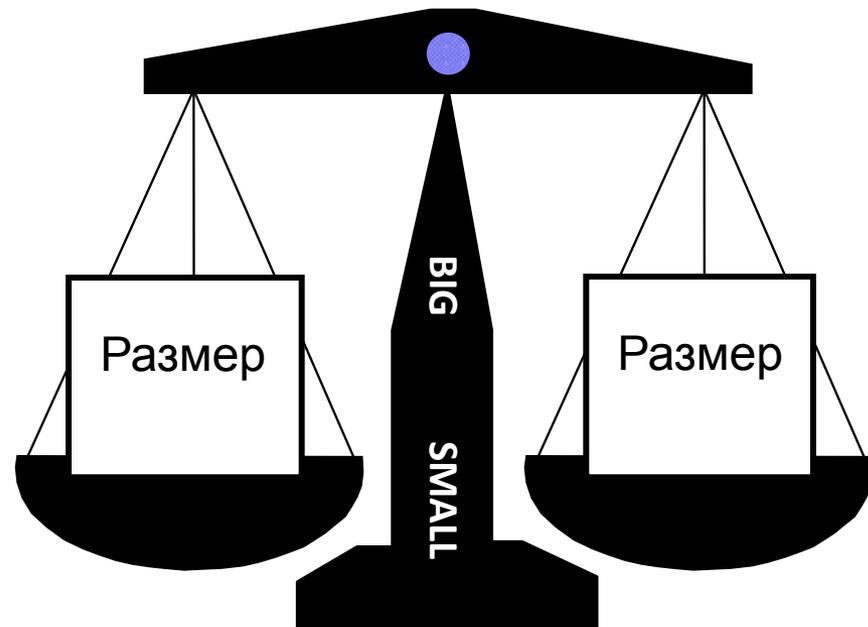
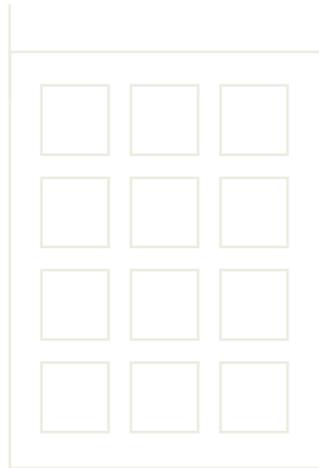
Технические противоречия возникают когда при изменении известными способами одной части системы недопустимо ухудшается другая ее часть.

Прочность

масса

Качество - сроки

# Физические противоречия



Клaviатура  
Физические противоречия – когда к одной и той же части системы  
предъявляются взаимно противоположные требования

Быть – и не быть

Горячий -  
ХОЛОДНЫЙ

# Идеальный конечный результат

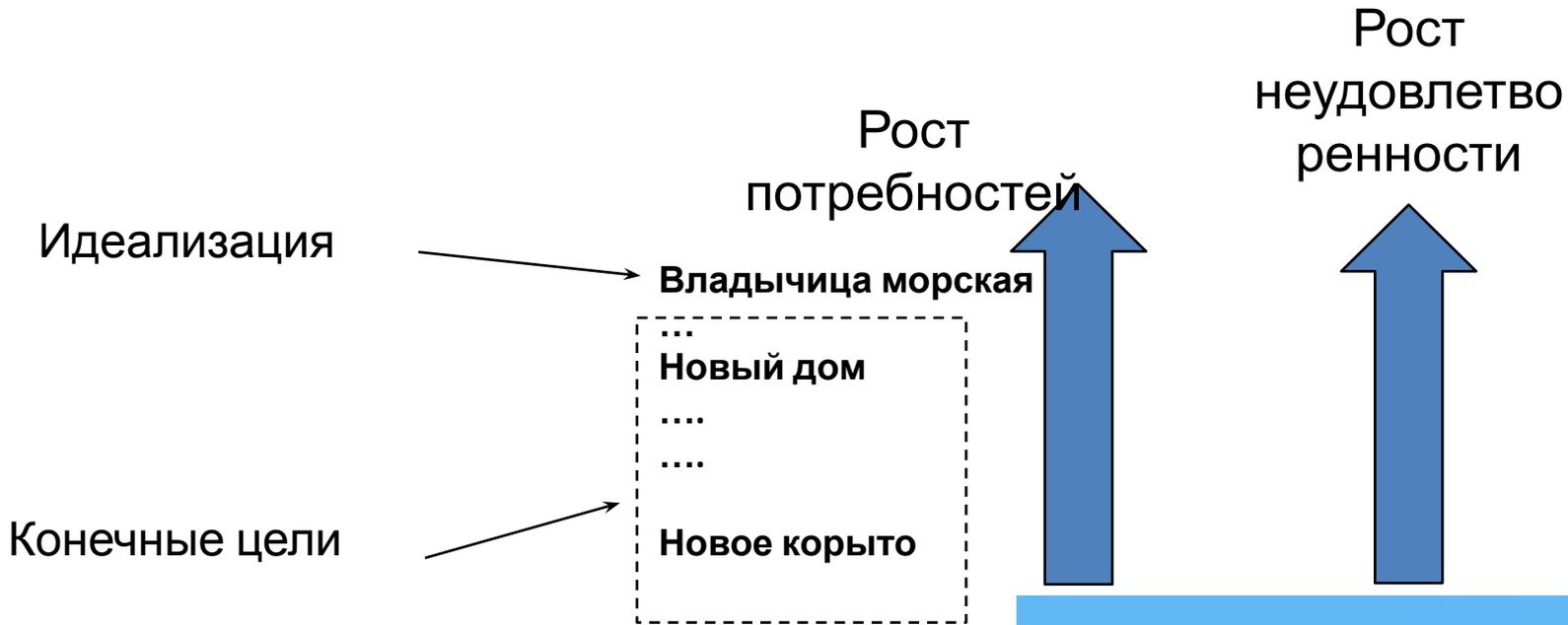
Идеальная техническая система – это система, которой нет, а ее функции выполняются.

Она должна появляться только в тот момент, когда необходимо выполнять полезную работу, все остальное время этой системы не должно существовать или она должна выполнять другую полезную работу.

Идеальное вещество – вещества нет, а функции его (прочность, непроницаемость и т.д.) остаются.

Идеальный процесс – получение результатов без процесса.

# Сказка о золотой рыбке



Задача: надо стирать, а корыто прохудилось. Что попросить у золотой рыбки?

Большинство: стиральную машину

Эффективное решение: одежду не нужно стирать, она должна быть чистой или самоочищающейся, или одноразовой



## За счет чего происходит достижение идеальности?

- За счет внутренних резервов системы (РЕСУРСЫ);
- Возложение требуемых функций на существующие элементы системы.

Пример: Знаменитое Месояхское месторождение природного газа, многие годы питавшее энергией Норильск с его мощным горнометаллургическим комбинатом, со временем потеряло силу: упало давление в подземных пластах. Скважины пришлось законсервировать, хотя по подсчетам специалистов в недрах осталось еще не меньше половины запасов газа. Оставлять в недрах такое богатство - дорого, и откачивать газ специальными насосами невыгодно - тоже дорого.

Идеально когда....?

"газ сам выходит из недр", "газ сам откачивает себя из недр".

# Потребитель сам...

**Пример 1:** В 1956 году Американская телефонная и телеграфная компания, исследуя запросы в области коммуникации, начала вводить новую электронную технологию, которая позволила абонентам самостоятельно звонить на дальние расстояния. Сегодня стало возможным осуществлять прямой набор во многие заокеанские страны. Набирая соответствующий номер, потребитель выполняет задачу, прежде возлагавшуюся на оператора.

**Пример 2:** В 1973-1974 годах из-за арабского эмбарго на нефть цены на бензин поднялись. Крупнейшие нефтяные компании получили огромную прибыль, но местные бензозаправочные станции вынуждены были отчаянно бороться за экономическое выживание. Желая снизить цену, многие владельцы бензоколонок ввели самообслуживание. Поначалу это казалось странным. Газеты печатали забавные истории о водителях, которые пытались вставить шланг в радиатор. Однако вскоре потребитель, лично заправлявший свою машину, уже никого не

**Пример 3:** В тот же период появились электронные банкоматы, которые не только упразднили понятие "часов работы" банка, но также значительно сократили число кассиров, предоставив клиенту осуществлять операции самому, прежде выполнявшиеся банковскими служащими.

**"экстернализация стоимости  
труда"**

# Оператор ИКР

Структура оператора ИКР:

**Элемент**

**сам**

**выполняет требуемое действие (вместо иного элемента)**

**продолжая выполнять функцию, ради которой он был первоначально создан.**

Формулировки:

- 1) "Объект сам обрабатывает себя, не ухудшая своих потребительских свойств".
- 2) Инструмент сам обрабатывает объект, без вспомогательных элементов технической системы.
- 3) Техническая система "А" сама обрабатывает объект как техническая система "Б", продолжая обрабатывать его и как "А".

# Оператор ИКР

**Пример:** В качестве системы А рассмотрим токарный станок, в качестве системы Б связанный со станком магазин заготовок. Тогда для обрабатываемой детали (объекта)...

- 1) "Деталь сама придает себе требуемую форму, продолжая быть полезной для потребителя".
- 2) "Инструмент сам обрабатывает деталь без поддержки вспомогательных элементов (станины, суппорта и прочего)".
- 3) "Станок сам хранит заготовки деталей, не прекращая их обрабатывать".

**Пример:** построение вариантов ИКР для транспортного средства

- 1) Полезный груз сам себя транспортирует, не теряя потребительских качеств.
- 2) Кузов транспортного средства сам перемещает полезный груз, без двигателя, движителя и системы управления.
- 3) Транспортное средство само обрабатывает транспортируемый груз (например, изготавливает бетон из компонентов), продолжая транспортировать его.

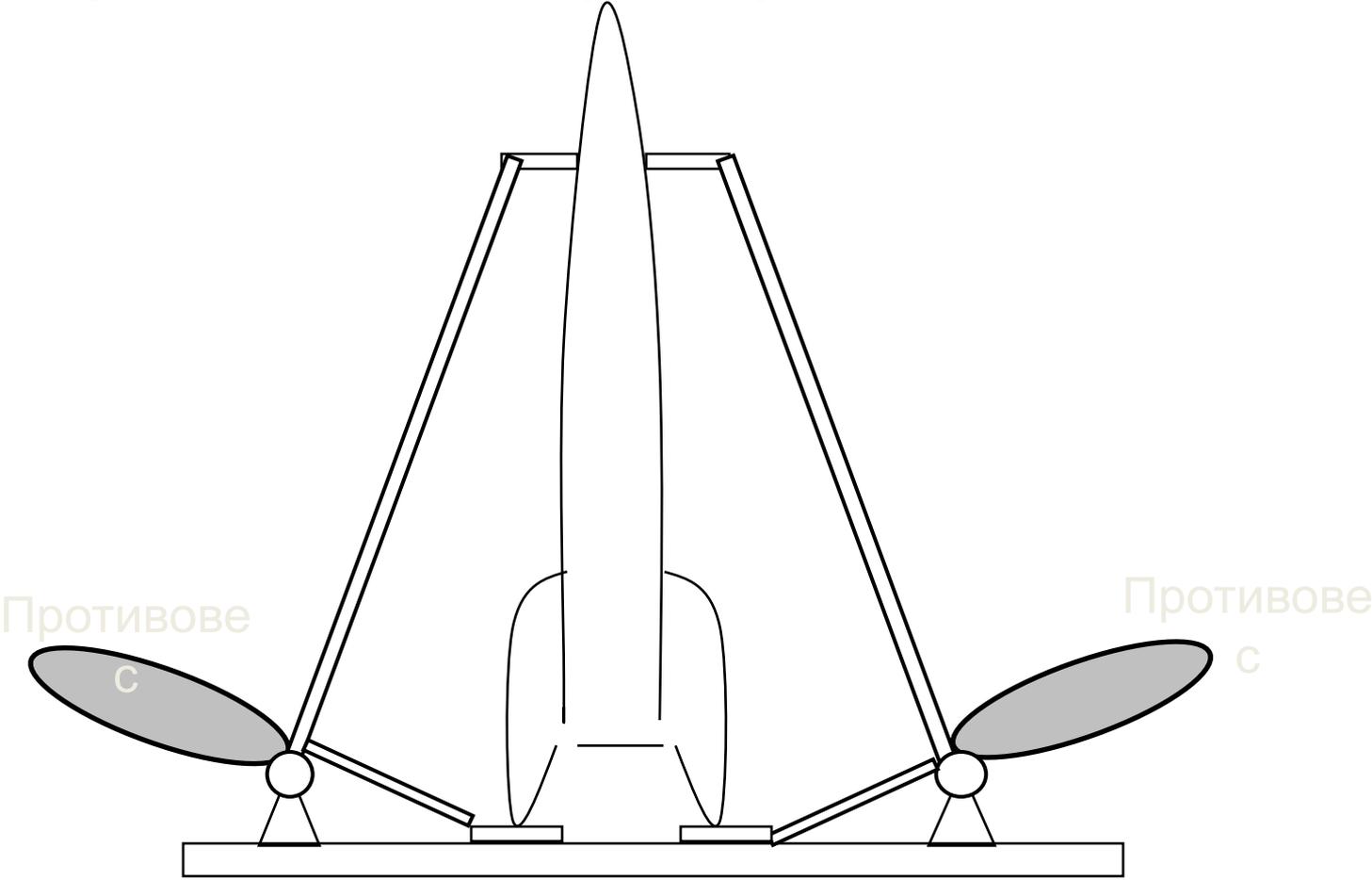
# Идеальный конечный результат: ФОРМУЛА

- Идеально, если продукт появляется сам
- Идеально, если в оперативное время, в оперативной зоне продукт появляется сам

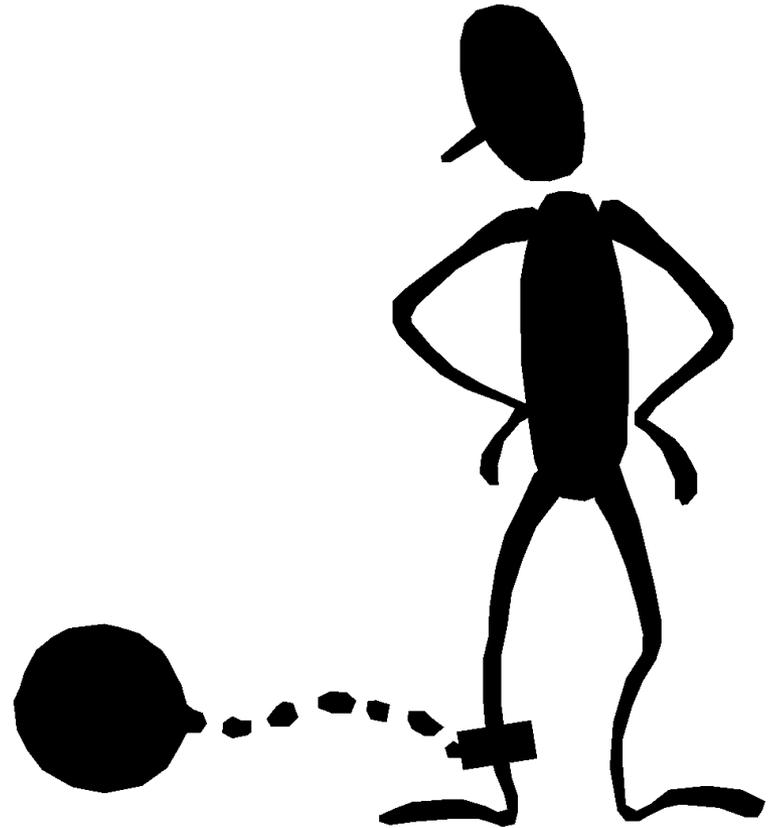
# **Идеальный конечный результат: Анализ ресурсов**

- Ресурсы Оперативной зоны,  
Оперативного времени
- Ресурсы Инструмента и Объекта,
- Ресурсы... всего остального

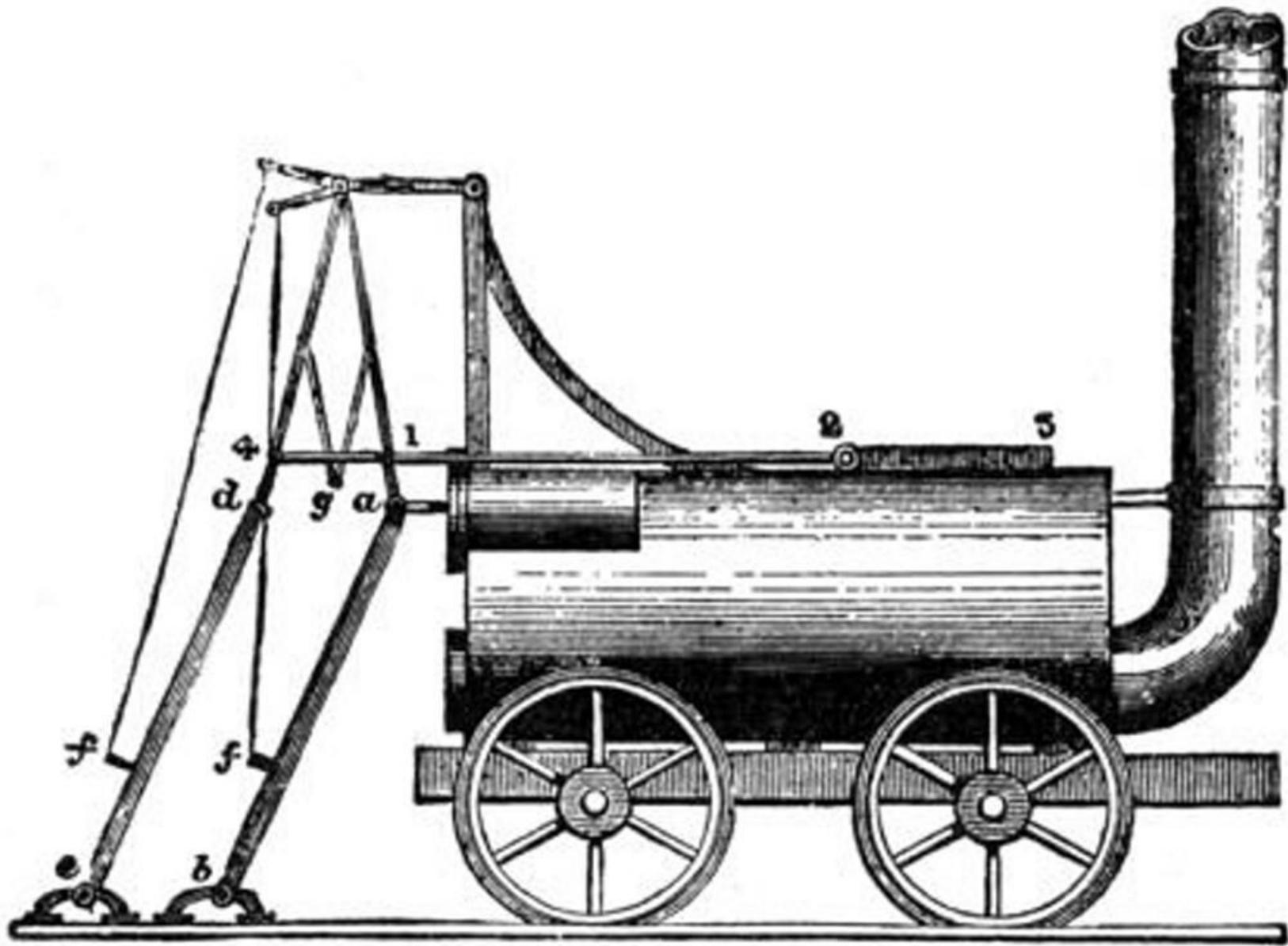
# Пример: мачты поддержки ракеты

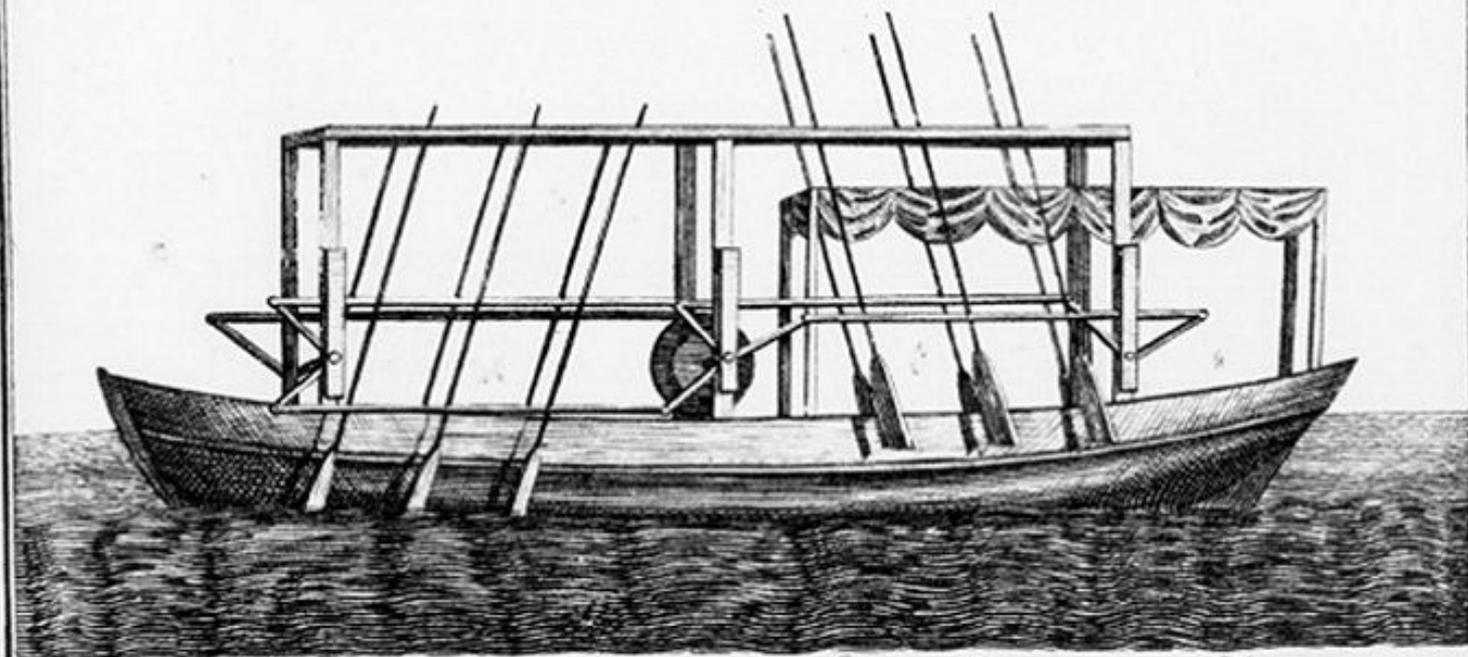


Инерция  
мышления



***...это стремление применить к  
новому, создаваемому продукту  
стереотипы, традиции,  
обусловленные опытом,  
историей, словесным  
программированием***





*Plan of M. Fitch's Steam Boat.*

**John Fitch Philadelphia - 1786**

# Как избежать инерции мышления?

## Советы

- В конкретной задаче: точно формулируйте условие и вопрос
  - *Сформулируйте, какой **продукт** вы хотите получить от системы*
  - *Избегайте профессиональных терминов*

- В конкретной задаче: фантазируйте, т. е. используйте мысленные эксперименты, асимптотику («оператор PBC»),

**Что если...**

**Размер** объект бесконечен велик ( $S \rightarrow \infty$ ) или мал ( $S \rightarrow 0$ );

**Время** (или темп) бесконечно велико ( $t \rightarrow \infty$ ) или мало ( $t \rightarrow 0$ );

**Стоимость** объекта бесконечно велика ( $C \rightarrow \infty$ ) или мала ( $C \rightarrow 0$ )?

# Основная линия решения нестандартных задач



# Задача Нанесение покрытий

Нанесение покрытий на металлические поверхности изделия происходит путем помещения его в ванну, заполненную горячим раствором соли металла. Происходит реакция восстановления, и на поверхности изделия оседает металл из раствора.

Процесс идет тем быстрее, чем выше температура. Но при высокой температуре раствор разлагается, металл осаждается на стенки ванны, раствор быстро теряет рабочие свойства и через 2-3 часа его приходится менять. До 75% химикатов идут в отходы, тем самым увеличивая стоимость процесса покрытия.

- АП1 – Повысить производительность (требование А);
- АП2 – Уменьшить расход соли металла (требование Б).
  
- ТП1 – при покрытии детали в холодном растворе его мало тратится, но процесс покрытия происходит медленно. Б – анти А
- ТП2 – при покрытии детали в горячем растворе процесс происходит быстро, но много тратится раствора. А – анти Б
  
- ИКР – быстрое покрытие детали (А), при малом расходе раствора (Б).
  
- ФП – Раствор должен быть горячим (свойство С), чтобы обеспечить быстрое покрытие детали (А), и металлизующим (анти Б), чтобы расход соли был минимален.

## Решение.

1. Разделение противоречивых свойств в пространстве. Нагревать раствор в районе детали.
2. Разделение противоречивых свойств во времени. Производить быстрый нагрев раствора в районе детали.
3. Разделение противоречивых свойств в структуре. Перестроить структуру заморозив раствор.

# Задача перекачка газа

Необходимо перевести весь газ из транспортного баллона в два пустых (рабочих). Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона.

Известны два способа перекачки газа:

1-й состоит в том, что транспортный баллон прямо присоединяют к рабочим. В этом случае во всех баллонах устанавливается одинаковое давление и половина газа останется в транспортном баллоне;

2-й способ сложнее – газ перекачивается из большого баллона в два других при помощи компрессора. Так можно перевести весь газ, но необходимо использовать специальное оборудование – компрессор высокого давления.

Задача – найти способ полностью переводить газ из транспортного баллона в рабочие без применения дополнительного оборудования (компрессоров).

- АП1 – Простая схема перекачки (А).
- АП2 – Перекачка всего газа (Б).
  
- ТП1 – с компрессором газ перекачивается весь (Б), но усложняется схема (анти-А).
- ТП2 – без компрессора схема простая (А), но газ перекачивается не весь (анти-Б).
  
- ИКР – газ сам полностью переходит из одного баллона в два других, без использования дополнительного оборудования.
  
- ФП – чтобы система не усложнялась, необходимо к транспортному баллону непосредственно присоединить рабочие, но это увеличивает общий объем емкости. Таким образом, «лишний» объем (свойство С) должен быть, чтобы система была простая (А), и не должен быть (свойство анти-С), чтобы газ перешел весь. Чтобы не было лишнего объема рабочий баллон не должен быть пустым, и чтобы был объем для перевода газа рабочий объем должен быть пустым.

## Решение

- 1) В пространстве
- 2) Во времени. Вещество, заполняющее рабочий баллон, постепенно освобождает место для газа, поступающего из транспортного баллона и занимает освободившееся место в транспортном баллоне.

# Изобретательская ситуация

В топливных баках самолета находится не только керосин, но и атмосферный воздух, который содержит влагу. На больших высотах при отрицательной температуре за бортом эта влага конденсируется на стенках баков и стекает в керосин. Так как вода тяжелее керосина, она опускается в низ и постепенно накапливается.

Сама по себе вода большой опасности для полетов не представляет, но опасна отрицательная температура при полете на больших высотах. Проходя по охлажденным трубопроводам, вода замерзает и, в виде кристаллов льда, попадает в топливные фильтры. Фильтры, забитые льдом, перестают пропускать керосин. Двигатели останавливаются.

Накопившуюся в топливных баках воду нужно периодически сливать. Если это делать часто – обслуживание самолетов удлинится и станет дороже (с водой сливается и керосин). А если слив производить редко, то это может привести к остановке двигателей в полете.

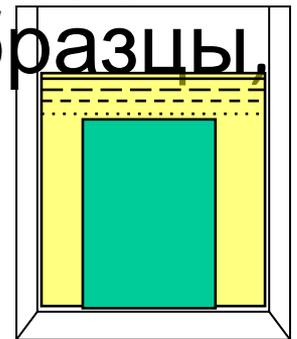
- Изобретательская ситуация сводится к решению изобретательских задач.
- Максимальная (макси-) задача предполагает разработку принципиально новой технической системы (ТС) для определенной цели.
- В минимальной (мини-) задаче необходимо сохранить существующую систему, но обеспечить недостающее полезное действие или убрать имеющееся вредное свойство.

# Понятия и определения

- **Конфликтующая пара** – это два элемента, между которыми происходит конфликт – нежелательный эффект. Конфликтующая пара образует модель задачи.
- **Модель задачи** – это условная схема задачи, отражающая структуру конфликта в системе. Один из элементов конфликтующей пары является объектом рассмотрения (Изделие), а второй элемент – Инструментом.
- **Изделие** – элемент ТС, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, изменить, переместить и др.).
- **Инструмент** - элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (режущая кромка и др.)
- **Оперативная зона** – пространство в котором происходит конфликт.
- **Оперативное время** – время, в которое совершается конфликтное действие. Для разрешения конфликта может быть использовано время до конфликта или время после совершения конфликта.

# Задача

Имеется установка для испытания для тельного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрытую металлическую камеру. На дно камеры устанавливаются образцы. Камеру заполняют кислотой, создают необходимое давление и температуру. Кислота действует не только на образцы, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Как быть?



- Изделие – образец
- Желаемый результат – испытание образца
- Нежелательный эффект – порча камеры

## Взаимосвязи элементов

Элементы системы	1. Камера	2. Кислота	3. Образец
1. Камера		+	-
2. Кислота			+
3. Образец			

# Конфликтующая пара

- Правило 1. Пара должна состоять из изделия и инструмента.
- Правило 2. Должна рассматриваться пара, в которой рассматриваются элементы, выполняющие полезную функцию (желаемый результат).
- В данной задаче конфликтующая пара -