

# **Об АРИЗ нового поколения: многоаспектный цикл преодоления противоречий**

Рубин М.

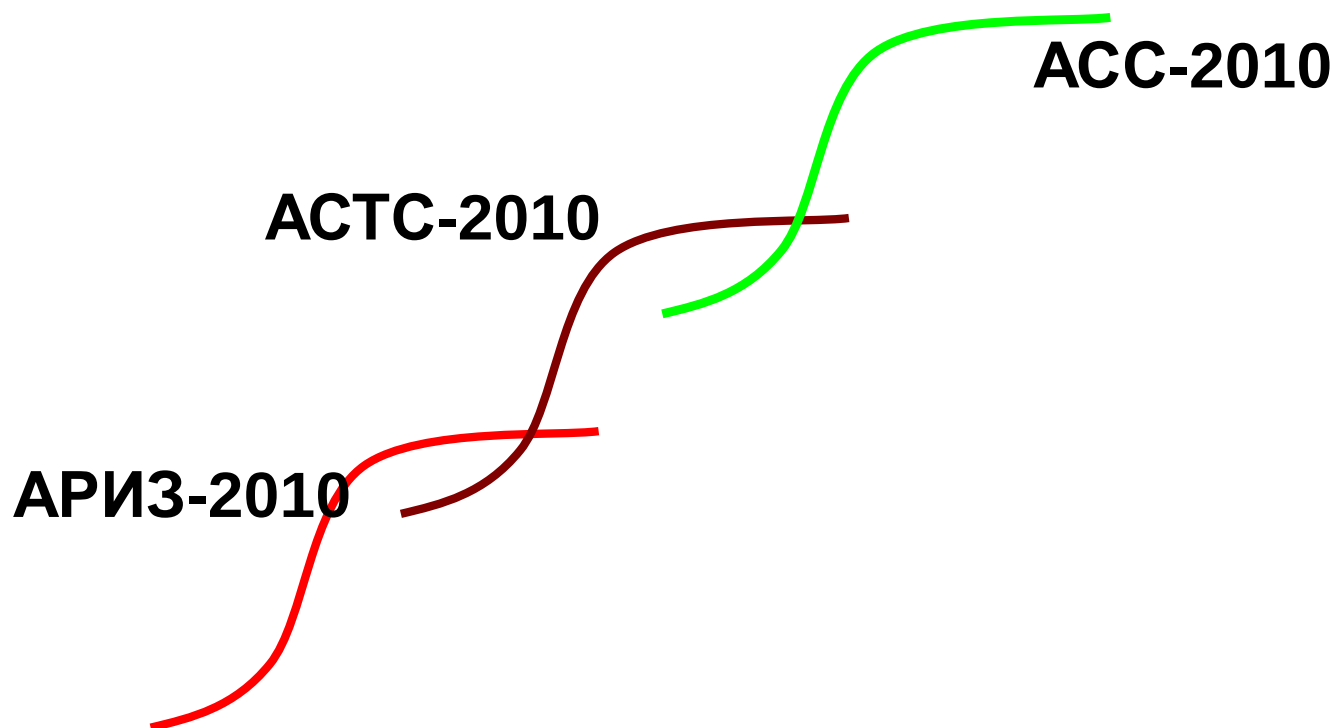
ТРИЗ-Фест 2009  
ТРИЗ-Саммит 2009

Санкт-Петербург, 2009

- ▶ АРИЗ-56 – Аналитическая, Оперативная и Синтетическая стадии
- ▶ АРИЗ-59 – введен ИКР, поиск в других отраслях техники
- ▶ АРИЗ-61 – прообраз приемов разрешения противоречий
- ▶ АРИЗ-62 – стадия выбора задачи
- ▶ АРИЗ-63 – прообраз таблицы применения приемов
- ▶ АРИЗ-64/65, АРИЗ-65 – 31 прием; таблица 16x16
- ▶ АРИЗ-68 – стадия уточнения задачи, 35 приемов, таблица 32x32
- ▶ АРИЗ-71, АРИЗ-71Б, АРИЗ-71В – оператор РВС, 40 приемов, таблица 39x39
- ▶ **АРИЗ-77** – веполь, стандарты, физ-противоречия, физ-эффекты, ММЧ
- ▶ АРИЗ-82 – микро-ФП, табл. решения физ-противоречий
- ▶ **АРИЗ-85-В** – ВПР, ресурсный ИКР, стандарты-76, нет таблицы приемов
- ▶ АРИЗ-91 – более детальный и точный, но громоздкий алгоритм

- ▶ должен быть приспособлен для работы с техническими, научными, экономическими, художественными и другими системами;
- ▶ должна быть введена линия функционального анализа: от постановки задачи и поиска решения до применения и переноса найденного решения;
- ▶ должен иметь блочную структуру, обеспечивающую его универсальность и приспособляемость к условиям поставленной задачи, особенностям пользователей и рассматриваемой системы.

- ▶ **АРИЗ-2010 – устраняет недостатки АРИЗ-85-В**
- ▶ **Алгоритм совершенствования технических систем (АСТС) – включает выбор объекта и целей совершенствования**
- ▶ **Алгоритм совершенствования систем (АСС) – нацелен на использование не только для технических систем**



# Алгоритм решения противоречий - 2010



# АРП-2010. Блок 1: анализ противоречий и поиск решений.

1. Сформулировать **главное требование** к системе, целевую характеристику

2. Сформулировать главные функции, которые необходимо выполнить: действие и/или изменение параметра, объект, субъект функции и имеющиеся ограничения.

► Функциональный ИКР: **Объект (назвать) САМ делает (описать) в период (назвать) при обязательных условиях (описать). Анализ функций. Аналоги, ФОП.**

3. Противоречие требований: **ЕСЛИ ... (указать вносимое изменение) ..., ТО (+указать главное требование), НО (-указать нежелательное требование).**

► Применение приемов разрешения противоречий требований (технических противоречий)

4. Конфликтующие элементы: **не менее двух конфликтующих элементов, схема конфликта. Какой элемент можно менять? Сформулировать ОВ и ОЗ. Перечень основных ресурсов системы**

► Применение веполей и стандартов.

► ИКР1: **Икс-элемент из ресурсов системы САМ УСТРАНЯЕТ (-), СОХРАНЯЯ (+)**

► «Шаг назад от ИКР.

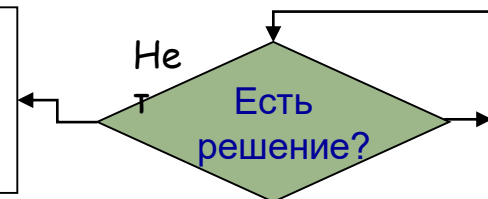
5. Противоречие свойств: **Элемент конфликтующей пары должен обладать свойством X, чтобы обеспечить главное требование, и должен обладать свойством "АНТИ-X", чтобы устранить (-)**

► ИКР2: **Оперативная зона (указать) в течении оперативного времени (указать) должна САМА обеспечивать (указать противоположные макро- или микросостояния)**

6. Мобилизовать ресурсы. **Модифицировать ресурсы для разрешения конфликта.**

► **Использовать информационные фонды: указатели эффектов, ФОП, линии развития,, законы развития.**

7. **Изменить аспект** рассмотрения задачи, или перейти в надсистему, или изменить функцию (объединить функции, перейти к подфункции), или изменить (обратить) требования или рассмотреть альтернативные системы, или перейти к подсистеме. Перейти к обобщенной формулировке задачи.



- ▶ Понятие "техническое противоречие" заменено на понятие "противоречие требований", а вместо "физического противоречия" применяется понятие "противоречие необходимых значений параметров свойств".
- ▶ Используются два типа ИКР: Функциональный ИКР и Ресурсный ИКР
- ▶ Вместо "конфликтующей пары" используется формулировка "конфликтующие элементы".
- ▶ Вместо понятия "зоны конфликта" используется понятие "взаимодействия конфликтующих элементов".
- ▶ Для задач на объяснение уже известных фактов, искомой функцией является уже известное явление, при ограничениях, что используются только имеющиеся ресурсы.
- ▶ Для задач, связанных с созданием и развитием теорий под функцией можно понимать создание того или иного действия с необходимыми объектами при ограничениях, что это делается в рамках и на языке понятий рассматриваемой теории и/или положений, не противоречащих этой теории.
  - Например, вместо задачи "объяснить парадокс мысленного эксперимента ЭПР в квантовой механике" рассматривается функция: "переместить информацию от одного фотона к другому со скоростью выше скорости света, не нарушая положений специальной теории относительности Эйнштейна".



- ▶ **Физический (микро и макро)**
- ▶ **Химический**
- ▶ **Биологический**
- ▶ **Психологический**
- ▶ **Эстетический**
- ▶ **Технический**
- ▶ **Социальный (индивидуальный, групповой, общественный)**
- ▶ **Экономический**
- ▶ **Юридический**
- ▶ **Политический**
- ▶ **Научно-исследовательский**
- ▶ **Абстрактно-математический (множества, логические операторы и пр.)**

- ▶ Может использоваться не только для технических задач
- ▶ Может использоваться не только для решения, но и для постановки задач
- ▶ Может применяться для прогнозирования и развития найденного решения
- ▶ Объединяет возможности функционального подхода и анализа задачи через противоречия
- ▶ Каждый шаг блока анализа противоречий и поиска решения содержит свой инструмент моделирования задачи и инструмент моделирования решения
- ▶ Предполагает многоаспектный анализ и циклическое прохождение по алгоритму
- ▶ По желанию пользователя может быть пройден за 5-7 шагов или длиться бесконечно долго и детально
- ▶ Предполагает подробный информационный поиск
- ▶ Может адаптироваться и интегрироваться с вновь создающимися методами анализа проблемных ситуаций и поиска новых решения

## Пример: Испытания в сейфе

- ▶ Для испытания материалов на длительную прочность в условиях высоких температур и агрессивных сред используют прочные камеры — сейфы. К образцу материала прикрепляют груз, после чего заполняют камеру агрессивным веществом, герметично закрывают и включают систему обогрева (тепловые элементы размещены в стенках камеры). Вес груза — от 0,2 кг до 2 кг.
- ▶ Основная трудность при таких испытаниях связана с определением момента разрыва образца. Правда, здесь не требуется особой точности. Достаточно, если момент обрыва будет зафиксирован с точностью до нескольких секунд, так как испытания ведутся иногда в течение многих дней. Сложность в другом: трудно обеспечить надежность сигнальных устройств, размещенных внутри камеры в сильно агрессивной среде. Нужно, чтобы момент обрыва определялся снаружи. Аппаратура, улавливающая шум падения груза, не годится — она слишком сложна и ненадежна.
- ▶ Прием для определенности, что камера имеет размеры 0,4 X 0,3 м X 0,3 м, а толщина стальных стенок — около 10 мм. Итак, нужен предельно простой и надежный способ регистрации момента разрыва образца. Помните: не должно быть ни одного сквозного отверстия в стенках камеры!



Г.С.Альтшуллер «Алгоритм изобретения», изд. Московский рабочий, 1973 г., стр. 206

## Шаг 1.

**1. Сформулировать главное требование к системе, целевую характеристику**

**Необходимо обеспечить точность определения момента разрыва нити при испытаниях в агрессивной среде, сохранив герметичность сейфа.**

## Шаг 2.

**2.1. Сформулировать главные функции, которые необходимо выполнить:  
носитель функции (субъект), действие и/или изменение параметра, объект функции и имеющиеся ограничения.**

**Испытать металлические нити в агрессивной среде.**

**Сообщить о моменте разрыва нити, сохраняя герметичность сейфа**

**2.2.1. Функциональный ИКР. Объект (назвать) САМ делает (описать) в период (назвать) при обязательных условиях (описать).**

**2.2.2. ФОП.**

**Груз САМ сообщает наблюдателю о разрушении образца в момент его разрыва.**



### Шаг 3.

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1. Противоречие требований (ПрТ):</b> ЕСЛИ ...(указать вносимое изменение )..., ТО (+ указать главное требование), НО (– указать нежелательное требование). | <b>3.2.1. Таблица применения типовые приемов разрешения противоречий требований (технических противоречий).</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ЕСЛИ держать сейф открытым, ТО можно вовремя определить момент разрыва нити, НО условия испытания будут нарушены и это небезопасно.                              | <u>33 Удобство эксплуатации - 24 Потери информации;</u><br><u>37 Сложность контроля и измерения - 36 Сложность устройства.</u><br><br>Приемы (4, 10, 27, 22); (15, 10, 37, 28): асимметрии, предварительного действия, динамичности, а также дешевая недолговечность, теплового расширения, обратить вред в пользу, замена механической схемы.<br><br>Предварительно сделать что-то ассиметричным, чтобы стало что-то динамичным. Груз и/или сейф сделать ассиметричным. |



### Шаг 4.

**4.1.1. Конфликтующие элементы: не менее двух конфликтующих элементов, схема конфликта. Какой элемент можно менять?**

**4.1.2. Сформулировать ОВ и ОЗ.**

**4.1.3. Перечень основных ресурсов системы**

**В1 – упавший груз; В2 – сейф. Они не взаимодействуют между собой. Можно ограниченно менять и то, и другое.**

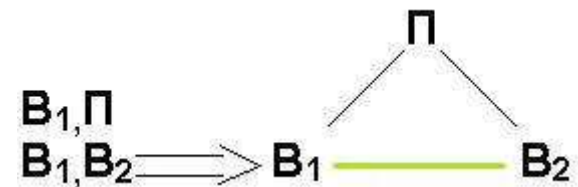
**ОВ – момент разрыва нити. ОЗ – пространство сейфа, образца,**

**Ресурсы: сейф, образец-нить, груз, агрессивное вещество, система обогрева.**

**4.2.1. Вепольное решение.**

**4.2.2. ИКР1: Икс-элемент из ресурсов системы САМ УСТРАНЯЕТ (-), СОХРАНЯЯ (+).**

**Между В1 и В2 нужно ввести поле взаимодействия**



**Икс-элемент из ресурсов системы САМ сообщает о разрыве образца, сохраняя сейф закрытым.**



## Испытания в сейфе. Шаги 5 и 6 по алгоритму.

### Шаг 5.

|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5.1. ПрС. Конфликтующий элемент должен обладать свойством X, чтобы обеспечить главное требование (+), и должен обладать свойством "АНТИ-X", чтобы устранить недостаток (-)</b>          | <b>5.2. ИКР2: Оперативная зона (указать) в течении оперативного времени (указать) должна САМА обеспечивать (указать противоположные макро- или микросостояния)</b> |
| Конфликтующий элемент (груз или сейф) должен быть прозрачным, чтобы вовремя получить информацию о разрыве нити, и должен быть непрозрачным, чтобы обеспечить условия проведения испытаний. | Поверхность сейфа в момент разрыва образца должна САМА обеспечить пропускание информации и сохранение целостности сейфа.                                           |

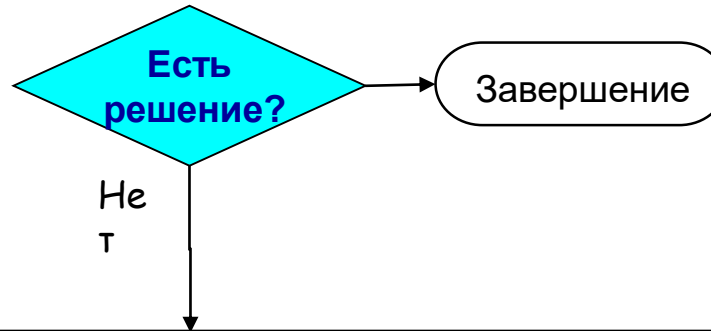
### Шаг 6.

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1 Мобилизовать ресурсы. Использовать ресурсы для разрешения конфликта.</b>                                        | <b>6.2. Использовать информационные фонды: указатели эффектов, ФОП, линии развития в стандартах, законы развития.</b>                                                                                      |
| В качестве ресурсов можно использовать вес падающего груза, гравитацию, внешнюю форму и внутреннее пространство сейфа. | Применить линию развития измерительных систем – вместо измерения использовать обнаружение<br><a href="http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4201#_2">http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4201#_2</a> |



# Испытания в сейфе.

## Шаг 7 по алгоритму.

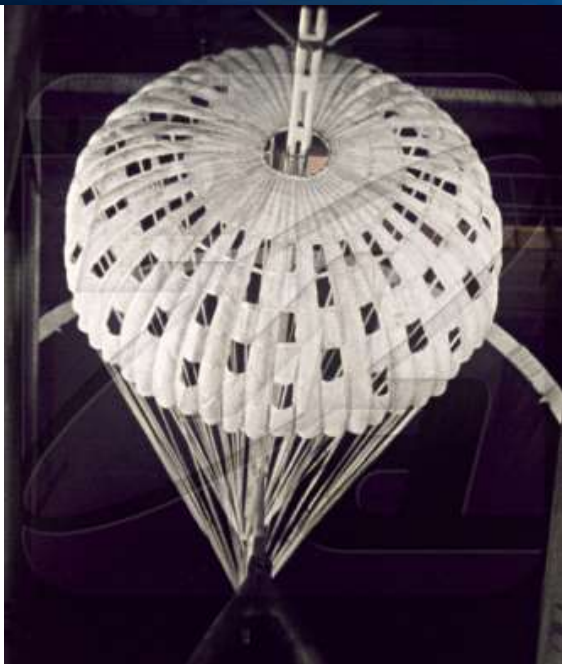


### Шаг 7.

**7. Изменить аспект рассмотрения задачи, или перейти в надсистему, или изменить функцию (объединить функции, перейти к подфункции), или изменить (обратить) требования или рассмотреть альтернативные системы, или перейти к подсистеме и после этого сформулировать заново разделы операционного блока**

**Можно попытаться перейти к изменению груза, фиксировать момент падения груза внутри сейфа, сделать «часами» сам образец для испытаний.**

На шаг 1



- ▶ Текст задачи О МАКЕТЕ ПАРАШЮТА опубликован в приложении к АРИЗ-85-В.
- ▶ Для изучения вихреобразования макет парашюта (вышки и т. п.) размещают в стеклянной трубе, по которой прокачивают воду. Наблюдение ведут визуально. Однако бесцветные вихри плохо видны на фоне бесцветного потока.

Если окрасить поток, наблюдение вести еще труднее: черные вихри совсем не видны на фоне черной воды. Чтобы выйти из затруднения, на макет наносят тонкий слой растворимой краски — получаются цветные вихри на фоне бесцветной воды. К сожалению, краска быстро расходуется.

Если же нанести толстый слой краски, размеры макета искажаются, наблюдение лишается смысла. Как быть?

# Накопитель образов и решений

| № цикла                                                         | 1                                                                                                                   | 2                                                                                                  | 3                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                       | 5                                                                                       | 6                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Аспектный уровень</b>                                        | Технический                                                                                                         | Физический                                                                                         | Технический                                                                                                                               | Физический                                                                                                                                              | Физический                                                                              | Физический                                                                                                          |
| <b>Необходимые функции</b>                                      | Доставить информацию о вихрях от накета; Окрасить вихри;                                                            | Создать свет от тонкого порошка                                                                    | Создать метки в воде                                                                                                                      | Создать пузырьки в воде                                                                                                                                 | Создать лед в воде                                                                      | Создать соль в воде                                                                                                 |
| <b>Ключевые слова</b>                                           | Окрасить поток воды                                                                                                 | Создать свет от тонкого порошка                                                                    | Создать метки в воде                                                                                                                      | Создать пузырьки в воде                                                                                                                                 | Создать кристаллы льда в воде. Конструкторы, вода, Генератор льда.                      | Создать соль в воде                                                                                                 |
| <b>Требования</b>                                               | Необходимо вести наблюдение за вихрями от накета педалью.                                                           | Необходимо создать сильный свет от очень тонкого порошка                                           | Создать метки в потоке воды без использования краски                                                                                      | Создать пузырьки или пену в месте действия потока и накета                                                                                              | Создать кристаллы льда в воде                                                           | Необходимо создать кристаллы соли в воде.                                                                           |
| <b>Противоречие требований</b>                                  | Краску на накете нужно наносить, чтобы избежать вихри, краску наносить нельзя, чтобы не искажать размеры накета     | нет                                                                                                | Метки на воде должны быть сделаны из воды, чтобы было найдено ресурсное решение, и не могут быть сделаны из воды, так как вода прозрачная | нет                                                                                                                                                     | Нет                                                                                     | нет                                                                                                                 |
| <b>Конфликтующая пара</b>                                       | Краска - метки                                                                                                      | нет                                                                                                | вода как метки и вода как поток                                                                                                           | нет                                                                                                                                                     | Нет                                                                                     | Нет                                                                                                                 |
| <b>Противоречие свойства</b>                                    | Толщина краски должна быть большой, чтобы окрасить вихри, и должна быть маленькой, чтобы не искажать размеры накета | нет                                                                                                | Вода должна быть прозрачной, чтобы обеспечить видимость накета и должна быть не прозрачной, заметной, чтобы были видны вихри              | нет                                                                                                                                                     | Нет                                                                                     | Нет                                                                                                                 |
| <b>Ресурсы</b>                                                  | краска, накеты, вода                                                                                                | Дешевый материал, который легко заметен при освещении                                              | поток воды                                                                                                                                | Вода, растворенный в вод газ, давление                                                                                                                  | Кристаллы льда в воде                                                                   | Кристаллы соли на воде, пузырьки воздуха на соли.                                                                   |
| <b>Ресурсное решение</b>                                        | Что-то из ресурса делает тонкую краску хорошо заметной на долгое время                                              | Использовать диодный лазер                                                                         | Что-то делает воду ярким с надетом непрозрачной                                                                                           | Делать метки из пузырьков газа в воде                                                                                                                   | Использование кристаллов льда как метки                                                 | Использовать эти ресурсы для создания меток                                                                         |
| <b>Идеи решения</b>                                             | использовать нечеткие границы тонкий порошок (из алмаза)                                                            | Использовать вихри под ультрафиолетовым освещением. Показывать накеты порошком из диоксида фосфора | При взаимодействии воды с надетом вода должна превращаться во что-то непрозрачное. Непрозрачное в воде могут быть пузырьки, газ, соль.    | Можно создавать тонкое деление, близкое к образованию пузырьков. При встрече с надетом будут образовываться пузырьки, которые потом будут окрашиваться. | В охлажденной воде (0°C) плодный накеты будет генерировать метки в виде кристаллов льда | В переслащенной воде создавать условия для выпадения соли в осадок на окрашенном надете или для образования хлопьев |
| <b>Новое требование или аспект</b>                              | Создать метки в воде                                                                                                | Создать метки в воде                                                                               | Создать метки в воде                                                                                                                      | Создать метки в воде                                                                                                                                    | Создать метки в воде                                                                    | Создать метки в воде                                                                                                |
| <b>Дополнительная информация (из интернет, справочников...)</b> |                                                                                                                     | См. <a href="#">http://www.gen3.ru</a>                                                             | См. <a href="#">http://www.gen3.ru</a>                                                                                                    | См. <a href="#">http://www.gen3.ru</a>                                                                                                                  | См. <a href="#">http://www.gen3.ru</a>                                                  | См. <a href="#">http://www.gen3.ru</a>                                                                              |

# Смена аспекта, функции и требований по ходу анализа

| № цикла                        | 1                                                           | 2                                                        | 3                                                    | 4                                                                | 5                                                                        | 6                                           |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Аспектный уровень</b>       | Технический                                                 | Физический                                               | Технический                                          | Физический                                                       | Физический                                                               | Физический                                  |
| <b>Необходимые функции</b>     | Доставить информацию о вихрях от макета;<br>Окрасить вихри; | Создать свет от тонкого порошка                          | Создать метки в воде                                 | Создать пузырьки в воде                                          | Создать лед в воде                                                       | Создать соль в воде                         |
| <b>Ключевые слова</b>          | Окрасить поток воды                                         | Создать свет от тонкого порошка                          | Создать метки в воде                                 | Создать пузырьки в воде                                          | Создать кристаллики льда в воде.<br>Кристаллизация воды. Генератор льда. | Создать соль в воде                         |
| <b>Требования</b>              | Необходимо вести наблюдение за вихрями от макета парашюта.  | Необходимо создать сильный свет от очень тонкого порошка | Создать метки в потоке воды без использования краски | Создать пузырьки или пену в месте взаимодействия потока и макета | Создать кристаллики льда в воде                                          | Необходимо создать кристаллики соли в воде. |
| <b>Противоречие требований</b> | Краску на макет нужно наносить и нельзя                     | нет                                                      | Метки из воды и не из воды                           | Нет                                                              | Нет                                                                      | Нет                                         |

<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4061>

- В Древней Греции были необычайно популярны изделия критского мастера Дедала. Оружие, украшения с маркировкой «Дедал» находят в разных районах Греции, они неоднократно упоминаются в легендах и документах тех времен.
- Однако на самом Крите никаких упоминаний о столь знаменитом мастере нет.



Как это объяснить?

- Задачу предоставил Ю. Мурашковский

<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4105>

# Задача о маркировке «Дедал» в Греции

| № цикла                        | 1                                                                                                                          | 2                                                                                             | 3                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                | 5                                                     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Аспектный уровень</b>       | Мифологический                                                                                                             | Исторический                                                                                  | Историко-мифологический                                                                                         | Личностно-лингвистический                                                                                                                                        | Социально-исторический                                |
| <b>Необходимые функции</b>     | Уничтожить память о Дедале на Крите                                                                                        | Создать упоминания о Дедале в других районах Греции                                           | Создать "генераторов" упоминаний о Дедале в Греции                                                              | Создать надпись "Дедал"                                                                                                                                          | Выделение личности при взаимном проникновении культур |
| <b>Ключевые слова</b>          | Почему нет упоминаний об изделиях Дедала на Крите                                                                          | Создать упоминания о Дедале                                                                   | Произвести упоминание о Дедале                                                                                  | Создать маркировку, надпись "Дедал"                                                                                                                              | Личности при взаимном проникновении культур.          |
| <b>Требования</b>              | Объяснить причину отсутствия упоминаний о Дедале на острове Крит. При этом упоминаний в других районах Греции очень много. | Объяснить причину возникновения упоминаний о Дедале в районах Греции.                         | Необходимо произвести систему, создающую упоминания о Дедале.                                                   | Необходимо объяснить причину многочисленных маркировок "Дедал"                                                                                                   |                                                       |
| <b>Противоречие требований</b> | Если упоминаний о Дедале нет на Крите, то их не должно быть и по всей Греции, но они там есть.                             | Если упоминания о Дедале есть в районах Греции, то они должны быть и на Крите, но их там нет. | Если такая система есть, то это объясняет упоминания о Дедале в Греции, но не объясняет их отсутствие на Крите. | Если существовали производители упоминаний Дедала, то это объясняет, почему эти упоминания есть, но не объясняет, почему они не маркировали изделия своим именем |                                                       |

**Задача: Как засекретить доступную программу**

Достаточно сложная и уникальная программа расчета была доступна сотрудникам института в виде файла в машинных кодах. Были опубликованы также результаты работы этой программы: исходные данные, результаты расчетов.

Как сделать так, чтобы доступной всем программой мог пользоваться только сам автор этой программы?



**Работа по Алгоритму надежно приводила в область контрольных решений.**

- ▶ Испытания образцов в сейфе
- ▶ Разбор задачи О МАКЕТЕ ПАРАШЮТА
- ▶ Разбор задачи о купце, долге и права на сер мяса
- ▶ Разбор задачи о том как сохранить лицо "СОНИ"
- ▶ Разбор задачи и выявлении закономерностей развития городской стены
- ▶ Разбор задачи о прогнозировании развития городского транспорта
- ▶ Разбор задачи о производстве дорогих пирожков
- ▶ Разбор задачи об электрокотельных
- ▶ Разбор задачи о контроле качества угля
- ▶ Разбор задачи о пливуне без воды
- ▶ Разбор задачи о "плетенной ограде"
- ▶ Разбор задачи о программе расчетов схем из трансформаторов и ЛЭП
- ▶ Разбор детской задачи о закрытой двери
- ▶ Разбор задачи о маркировке «Дедал» в Греции
- ▶ Разбор задачи о квантовой механике и скорости света

- ▶ Предлагаемый АРИЗ-2010 предназначен для решения противоречий в разных областях знаний для материальных и нематериальных систем.
- ▶ Предложенный алгоритм можно использовать и для постановки задачи, и для поиска решения, и для развития решения.
- ▶ Логика и понятия предлагаемого варианта АРИЗ-2010 могут быть использованы для обучения специалистов в нетехнических областях, а также для школьников и студентов университетов.



# **Спасибо за внимание!**