

**Учебно-методический
комплекс
по ТРИЗ-педагогике**

Часть 4

**Алгоритм решения
инженерных проблем
АРИП-2009ПТ**

ИПК "Нива"
Санкт-Петербург
2010

УДК 373.3
ББК 74.202.5 я7
К 44

Иванов Г.И.

Алгоритм решения инженерных проблем
(АРИП-2009ПТ) – СПб.: ИПК "Нива", 2010, 108 с. с илл.

ISBN 5-86456-028-6

Вашему вниманию предлагается авторская разработка известного российского изобретателя Геннадия Ивановича Иванова, повышающая уровень специализации алгоритмического метода инженерного творчества производственно-технологической направленности. Методика базируется на альтшуллеровском алгоритме решения изобретательских задач (АРИЗ), однако имеет ряд существенных особенностей, цель которых – усилить и одновременно упростить алгоритм, повысив его эффективность.

Работа предназначена преимущественно для специалистов-производственников, студентов и преподавателей технических вузов, однако будет интересна для всех интересующихся увеличением эффективности творчества.

Сборник издан по заказу Ассоциации российских разработчиков, преподавателей и пользователей Теории решения изобретательских задач (РА ТРИЗ)

Редактор – Кислов Александр Васильевич
Верстка – Пчелкина Екатерина Львовна

УДК 373.3
74.202.5 я7
К 44

© Г.И. Иванов, 2009
© РА ТРИЗ, 2010

ISBN 5-86456-028-6

Содержание

№	Название раздела	Стр.
1.	Алгоритм решения инженерных проблем (АРИП-2009ПТ) Вступление	5
2.	Основные части алгоритма АРИП-2009ПТ	8
3.	Алгоритм решения инженерных проблем АРИП-2009ПТ (вариант производственно-технологический)	9
4.	Часть 1. Первичное описание и составление формулы проблемы	9
5.	Часть 2. Проверка проблемы на ложность и самоустранение	11
6.	Часть 3. Уточнение проблемы	13
7.	Часть 4. Анализ вещественно-полевых ресурсов	15
8.	Часть 5. Формулирование идеального конечного результата - ИКР	18
9.	Часть 6. Выявление физических противоречий	21
10.	Часть 7. Разрешение физических противоречий	23
11.	Часть 8. Анализ полученных решений	27
12.	Некоторые советы по применению алгоритма решения инженерных проблем (АРИП-2009ПТ)	29
13.	Применяемые термины	33
14.	Общее и различное в АРИЗ-85В и АРИП-2009ПТ	35
15.	Перечень приложений к АРИП-2009ПТ	37
16.	Литература	38

17.	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Какой алгоритм нужен инженеру	40
18.	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Уровни описания производственно-технических проблем	49
19.	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Примеры разбора задач по алгоритму Часть 2. Шаг 2.1.	51
20.	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Примеры разбора задач по алгоритму Часть 2. Шаг 2.2.	54
21.	ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Примеры разбора задач по алгоритму Часть 2. Проверка проблемы на ложность. Шаг 2.3.	60
22.	ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Примеры разбора задач по алгоритму Часть 2. Проверка проблемы на ложность. Шаг 2.5.	66
23.	ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Примерный список полей и их разновидностей	68
24.	ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Виды вещественно-полевых ресурсов	70
25.	ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Основные приемы устранения технических противоречий	71
26.	ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Вепольный анализ и некоторые стандарты	78
27.	ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Методы снижения психологической инерции мышления	82
28.	ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Краткий указатель применения физических эффектов	86
29.	ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Применение алгоритма решения инженерных проблем АРИП-2009ПТ. Разбор учебной задачи «Очистка причальной стенки ото льда»	94

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ АРИП-2009ПТ

Вступление

Любая производственная проблема, связанная с нарушением каких-либо технологических параметров, имеет свою **первопричину**. Только после нахождения первопричины и места возникновения проблемы можно заниматься ее анализом и формулированием задач с привлечением имеющихся ресурсов и выявлением противоречий. Если правильно определены место, время и причина возникновения нежелательного явления, если правильно выявлен элемент, породивший проблему, и грамотно использованы ресурсы для разрешения противоречий, то уже на этапе формулирования задачи решение часто становится очевидным.

Идеально составленная задача несет в себе ответ...

Элементы такого алгоритма впервые были применены нами в 1987 году на предприятиях промышленного объединения "Бор" (г. Дальнегорск). Первый вариант алгоритма выбора задач из производственной ситуации, авторов Иванова Г.И., Быстрицкого А.А., Никитина В.Н., впервые был доложен на Петрозаводском семинаре в 1993 году и одобрен Г. С. Альтшуллером. Полный текст Алгоритма Выбора Инженерных Задач из производственно-технологической проблемной ситуации АВИЗ-2000ПТ авторов Иванова Г.И. и Быстрицкого А.А. был впервые опубликован в 2000 году Челябинским фондом ТРИЗ в брошюре «Формулирование творческих задач».

Практический опыт последних лет на промышленных предприятиях России, а также опыт работы за рубежом, позволил значительно уточнить алгоритм, внести в него более жесткие логические связи и тем самым расширить его возможности. В связи с этим изменилось и название алгоритма, он стал именоваться – Алгоритм Решения Инженерных Проблем АРИП-2009ПТ.

Следует сразу же отметить - предлагаемый алгоритм построен на идеях Генриха Сауловича Альтшуллера, на

основополагающих диалектических понятиях, которые содержатся в ТРИЗ. К таким понятиям относятся: системность и законы развития систем, идеальность и составление ИКР, противоречия и их разрешение, анализ и использование вещественно-полевых ресурсов. Эти понятия Г.С. Альтшуллер первым ввел в изобретательскую практику, они прошли проверку временем и сегодня составляют суть эффективного инженерного мышления.

Еще раз отмечаем, что данный алгоритм по крупицам собирался, проверялся и уточнялся более 15 лет и предназначен в основном для решения производственно-технологических проблем, то есть там, где наблюдается выход технологических параметров за пределы допускаемых норм, избыточная трудоемкость, неэффективность процесса, брак и т.п. Для решения конструкторских, измерительных, аварийных и научно-исследовательских проблем еще предстоит создать свои специализированные алгоритмы (смотрите приложение №1).

Мы надеемся, что предлагаемый вариант алгоритма поможет читателю, знакомому с основами ТРИЗ, более уверенно заниматься решением производственно-технологических проблем.

Еще одно важное замечание: данный алгоритм не заменяет необходимых профессиональных знаний, и мы сразу признаемся, что ни одному профану он еще не помог. Его назначение – эффективно и творчески применять имеющиеся знания. Если нет знаний, не будет и положительного результата при использовании алгоритма.

С помощью предлагаемого алгоритма решено более сотни реальных производственных задач, но автор далек от мысли, что алгоритм являет собой законченный и совершенный инструмент. В нем есть свои недостатки и принципиально слабые места, которые не увидел или с которыми смирился автор. Если вы заметили таковые или у вас есть какие-то свои предложения и советы, сообщите о них по адресу genivanov@gmail.com Иванову Геннадию Ивановичу. Все ваши замечания будут приняты с благодарностью.

*Автор выражает искреннюю благодарность
Митрофанову В.В., Быстрицкому А.А., Петрову В.М.,
Подкатилину А.В, Селюцкому А.Б., Склобовскому К.А.,
Иванову И.Г., Гасанову А.И., Кожевниковой Л.А.,
Балакерскому И.А., Бдуленко М.К., Биба В.Н.,
Голикову С.К., Калошину Н.Г., Кондрат С.А.,
Канеру В.Ф., Качугину И.Б., Кислову А.В.,
Сибирякову В.Г., Ляньшину В.А. Уразаеву В.Г.,
Курги Э.Э., Шимукович П.Н.
и многим, многим другим
за помощь в разработке алгоритма,
конструктивную критику и дельные предложения.*

Основные идеи алгоритма

- НЕ РЕШАТЬ ПРОБЛЕМУ, А СОЗДАВАТЬ УСЛОВИЯ, ПРИ КОТОРЫХ ОНА НЕ ВОЗНИКАЕТ
- ПРОБЛЕМУ АНАЛИЗИРУЮТ В МЕСТЕ ЕЕ ПЕРВИЧНОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ И УСТРАНЯЮТ ТЕМИ СРЕДСТВАМИ, КОТОРЫЕ ТАМ ИМЕЮТСЯ
- ЧТО ПОРОЖДАЕТ ПРОБЛЕМУ, ТО И ДОЛЖНО ЕЕ УСТРАНЯТЬ
- ПРАВИЛЬНО СФОРМУЛИРОВАННАЯ ЗАДАЧА **САМА** НЕСЕТ В СЕБЕ ОТВЕТ...

ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ АЛГОРИТМА АРИП–2009ПТ

Часть 1

ПЕРВИЧНОЕ ОПИСАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПРОБЛЕМЫ

Цель: проверить достаточность информации по проблеме (получить ответы на вопросы; «ЧТО?» «ГДЕ?» «КОГДА?» «ПОЧЕМУ?»).

Часть 2

ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ И САМОУСТРАНЕНИЕ

Цель: определить необходимость решения проблемы.

Часть 3

УТОЧНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Цель: выявить первопричину возникновения проблемы.

Часть 4

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННО - ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ

Цель: выявить ресурсы для решения проблемы.

Часть 5

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА

Цель: составить формализованные тексты задач.

Часть 6

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: выявить физические противоречия и выбрать принцип их разрешения.

Часть 7

РАЗРЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: получить принципиальное направление решения задачи

Часть 8

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Цель: выбрать из полученных решений наиболее оптимальное.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ АРИП-2009ПТ

(вариант производственно-технологический)

Алгоритм составлен на основе материалов Теории Решения Изобретательских Задач — ТРИЗ и Алгоритма Решения Изобретательских Задач – АРИЗ-85В автора Г.С. Альтшуллера.

Данный алгоритм применяется после усвоения основных понятий, имеющих в ТРИЗ – системность, идеальность, единство противоположностей, принципы разрешения противоречий, анализ и использование ресурсов.

Внимание!

При работе с данным алгоритмом удовлетворительное решение может быть найдено на любом шаге. Но, чтобы использовать все возможности алгоритма, рекомендуется пройти его полностью.

ЧАСТЬ 1

ПЕРВИЧНОЕ ОПИСАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПРОБЛЕМЫ

Цель: проверить достаточность информации по проблеме
(получить ответы на вопросы: «ЧТО?», «ГДЕ?»,
«КОГДА?», «ПОЧЕМУ?»)

Шаг 1.1.

Составление описания проблемы

Составить в свободном изложении описание проблемы, используя основные категории физического мира - СОБЫТИЕ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ и ВЗАИМОСВЯЗЬ. В описании должна быть точная и достоверная информация о том,

Что происходит? указывается конкретное нежелательное физическое(!) явление, которое происходит в рассматриваемой системе

Где происходит? указывается конкретная часть рассматриваемой системы - узел, деталь, элемент, где происходит нежелательное явление

Когда происходит? указывается конкретная технологическая операция или тот момент физико-химического процесса, во время которого происходит нежелательное явление

И если есть возможность, указывается причина:

Почему происходит?

Ответы на указанные вопросы могут располагаться в произвольном порядке. При отсутствии ответа на какой-либо вопрос работа по алгоритму становится неэффективной. Все ответы должны быть даны на физическом уровне (смотрите приложение №2).

Примечание 1

Для получения достоверной информации рекомендуется внимательно изучить всю техническую документацию, относящуюся к проблеме, получить консультации у специалистов и лично обследовать место возникновения проблемы. Только при полном понимании происходящих событий возможна успешная работа по данному алгоритму.

Примечание 2

Под нежелательным физическим явлением понимаются те физические явления или процессы, которые непосредственно оказывают вредное влияние на выполнение функции рассматриваемой системы.

Примечание 3

Если причина проблемы находится за пределами рассматриваемой системы, рекомендуется найти место ее первичного возникновения и там начать работу по алгоритму.

Шаг 1.2.

Определение функции системы

Определить назначение (физическую функцию) той системы, в которой возникли недостатки. Записать: «СИСТЕМА ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ...(указать физическую(!) функцию рассматриваемой(!) системы)».

Шаг 1.3.

Составление словесной формулы проблемы

Используя полученное в шаге 1.1 описание, составить в виде одного предложения словесную формулу проблемы. В этом предложении должны быть ответы на вопросы: «ГДЕ происходит?»; «КОГДА происходит?»; «ЧТО происходит?».

Схема построения словесной формулы:

В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ...

(указывается функция из шага 1.2.)

ВО ВРЕМЯ ... (указывается конкретная технологическая операция или физический процесс)

В или **НА ...** (указывается место, конкретный узел, деталь,)

ПРОИСХОДИТ ... (указывается Нежелательное Явление (недостаток).

Предложение может строиться в любом порядке, но оно должно отражать основную суть проблемы.

ЧАСТЬ 2

ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ И САМОУСТРАНЕНИЕ

Цель: определить необходимость решения проблемы.

Шаг 2.1.

Не выполнять технологическую операцию

Выяснить, возникают ли вредные последствия в будущем на

уровнях системы, надсистемы и подсистемы, если технологическую операцию, при которой возникает проблема, не выполнять. Если вредных последствий не возникает, проблему считать ложной. Проверить, не является ли достаточным выполнение только части технологической операции, при которой возникает проблема. Если вредных последствий не возникает, проблему считать ложной. *(Примеры по шагу 2.1 смотрите в приложении № 3)*

Шаг 2.2.

Не устранять недостаток

Выяснить, возникают ли вредные последствия в будущем на уровнях системы, надсистемы и подсистемы, если недостаток, возникающий при выполнении технологической операции, не устранять. Если вредных последствий не возникает, проблему считать ложной. Проверить, не происходит ли **самоустранение** проблемы на последующих технологических постах. Если такое происходит или становится возможным при внесении небольших изменений, проблему считать ложной. *(Примеры по шагу 2.2 смотрите в приложении № 4)*

Шаг 2.3.

Проверить ошибки в прошлом

Выяснить, не возникла ли проблема в результате ошибочных действий, совершенных в прошлом на предыдущих технологических постах или в прошлом в надсистеме. Если такие ошибки выявлены, принять меры к их устранению. *(Примеры по шагу 2.3 смотрите в приложении № 5)*

Шаг 2.4.

Передать проблему надсистеме

Проверить возможность передачи проблемы элементам надсистемы, для которых решение этой проблемы является желанным и полезным. *(Примеры по шагу 2.4 смотрите в приложении № 6).*

При отсутствии положительных результатов по части 2 перейти к части 3. *(Полный пример работы по алгоритму смотрите в приложении 13 со сквозным разбором задачи. Другие примеры смотрите на сайте www.ratriz.ru. Большинство примеров взято из личной практики автора).*

ЧАСТЬ 3

УТОЧНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Цель: выявить первопричину возникновения проблемы.

Шаг 3.1.

Определение нежелательного явления

Определить **Нежелательное Явление** (Н.Я.) используя для этого всего несколько слов, в число которых входят глагол и существительное.

Шаг 3.2.

Определение оперативной зоны

Определить **Оперативную Зону** (О.З.), то есть найти в системе конкретное физическое место (узел, деталь, элемент), где впервые начинает возникать Нежелательное Явление.

Примечание 4

Если в найденном месте запрещено вносить какие либо изменения, то, двигаясь по технологической цепочке, остановиться там, где запрет уже не действует. Это место считать Оперативной Зоной и продолжить работу по алгоритму с шага 3.3. В новом месте Нежелательное Явление может быть другим, поэтому необходимо внести изменения в шаг 3.1.

Шаг 3.3.

Определение нежелательного элемента

В найденном месте определить **Нежелательный Элемент** (Н.Э.), то есть тот элемент, который является причиной возникновения Нежелательного Явления.

Примечание 5

Нежелательный Элемент может быть вещественным или полевым. При наличии в Оперативной Зоне нескольких нежелательных элементов выбрать тот, который является наиболее энергонасыщенным среди имеющихся элементов.

Шаг 3.4.

Определение оперативного времени

Определить **Оперативное Время** (ОВ), то есть найти ту технологическую операцию или тот физический процесс, в момент выполнения которых возникает Нежелательное Явление.

Шаг 3.5.

Рисунок оперативной зоны

Подробно, с указанием всех имеющихся элементов и в максимально крупном масштабе, изобразить на рисунке Оперативную Зону (шаг 3.2), Нежелательное Явление (шаг 3.1), которое происходит в Оперативное Время (шаг 3.4.), и Нежелательный Элемент (шаг 3.3). Для лучшего выполнения рисунка необходимо внимательно изучить и проанализировать все происходящие физико-химические процессы в оперативной зоне и в оперативное время.

Примечание 6

Если при выполнении шага 3.5 произошли какие-либо уточнения, внести изменения в соответствующие шаги.

Шаг 3.6.

Уточнение формулы проблемы

Используя информацию, полученную на шагах 3.1 – 3.5, составить уточненную формулу (матрицу) проблемы по следующей схеме:

В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ... (из шага 1.2. указывается функция),

ВО ВРЕМЯ ... (из шага 3.4 указывается технологическая операция или физический процесс),

В или **НА ...** (из шага 3.2 указывается место)

ПРОИСХОДИТ ... (из шага 3.1 указывается нежелательное явление).

Предложение может строиться в любом порядке, но оно должно отражать основную суть проблемы.

Сравнить варианты формул, полученных на шаге 1.3 и на шаге 3.6. Оставить тот вариант, который в большей степени соответствует действительности.

ЧАСТЬ 4

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕБНЫХ РЕСУРСОВ

Цель: выявить ресурсы для решения проблемы.

Шаг 4.1.

Выявление ресурсов в оперативной зоне

Используя рисунок (шаг 3.5) определить имеющиеся ВЕЩЕСТВА В ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЕ (шаг 3.2) и в оперативное время (шаг 3.4).

Шаг 4.2.

Выявление прилегающих ресурсов

Определить ПРИЛЕГАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА к оперативной зоне (шаг 3.2) и в оперативное время (шаг 3.4).

Шаг 4.3.

Выявление ресурсов надсистемы

Определить ВЕЩЕСТВА БЛИЖАЙШИХ НАДСИСТЕМ, которые имеются в оперативное время и до оперативного времени.

Шаг 4.4.

Составление таблицы ресурсов

Используя данные, полученные на шагах 4.1, 4.2, 4.3, составить и заполнить Таблицу Ресурсов с указанием следующих данных:

ВИД РЕСУРСА	Вредный, Нейтральный, Полезный
ВРЕМЯ ПРИСУТСТВИЯ РЕСУРСА	Присутствует в Оперативное Время или не присутствует
СТЕПЕНЬ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ РЕСУРСА	Большая, Средняя, Малая
КОЛИЧЕСТВО РЕСУРСА (ВЕЩЕСТВА, ПОЛЯ)	Незначительное, Достаточное, Избыточное
ВИД ПОЛЯ (энергии) У РЕСУРСА	Механическое, Акустическое, Тепловое и др.

Список полей и их разновидностей смотрите в приложении № 7.
Список видов ресурсов смотрите в приложении № 8.

Примечание 7

В таблице на первое место всегда ставится Нежелательный Элемент (см. шаг 3.3), затем заносятся Вредные, Нейтральные и в последнюю очередь Полезные ресурсы.

Вредные ресурсы – это вещества и поля, порождающие Нежелательное Явление (см. шаг 3.1).

Нейтральные ресурсы – это вещества и поля, не участвующие в технологическом процессе.

Полезные ресурсы – это вещества и поля, обеспечивающие выполнение технологического процесса.

Табл. №1. Таблица ресурсов

№	Наименование ресурса (вещественного или полевого)	Вид ресурса	Количество	Вид поля у вещества и свойства вещества	Время присутствия	Сепень энергонасыщенности
Ресурсы, имеющиеся в оперативной зоне						
1						
2						
n						
Ресурсы, прилегающие к оперативной зоне						
1						
2						
n						
Ресурсы ближайших надсистем						
1, 2 и другие						

Примечание 8

Желательно, чтобы ресурсы, взятые из ближайших надсистем, были родственны ресурсам оперативной зоны или ресурсам примыкающей зоны. Учесть наличие фоновых полей.

Шаг 4.5.

Выбор приоритетных ресурсов

Выбрать из табл. №1 приоритетные ресурсы.

ПРИОРИТЕТНОСТЬ РЕСУРСА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:

1. **ПО ВИДУ** – приоритет имеет вредный, затем нейтральный и последним полезный ресурс.
2. **ПО ВРЕМЕНИ ПРИСУТСТВИЯ** – приоритет имеет ресурс, который постоянно присутствует в Оперативной Зоне в Оперативное Время.
3. **ПО ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ** – приоритет имеет ресурс, обладающий наибольшей энергией.
4. **ПО КОЛИЧЕСТВУ** вещества, поля – приоритет имеет избыточный, затем достаточный и последним указывается ресурс незначительный по количеству.
5. **ПО ВИДУ ПОЛЯ** – приоритет имеет поле Нежелательного Элемента, затем остальные поля.

Примечание 9

В случае малой энергонасыщенности Нежелательного Элемента приоритет получает вредный или нейтральный ресурс, прилегающий к оперативной зоне или находящийся в ближайшей надсистеме и обладающий наиболее высокой энергонасыщенностью. Из каждой зоны может быть выбрано несколько приоритетных ресурсов.

Составить список отобранных приоритетных ресурсов.

4.5.1. РЕСУРСЫ ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЫ

- №1 – Указать отобранный ресурс, его наиболее представительные поля и свойства, которые он проявляет в рассматриваемой зоне.
№2 – Указать...

4.5.2. РЕСУРСЫ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЗОНЫ

- №3 – Указать отобранный ресурс, его наиболее представительные поля и свойства, которые он проявляет в рассматриваемой зоне.

№4 – Указать...

4.5.3. РЕСУРСЫ НАДСИСТЕМЫ

№5 – Указать отобранный ресурс, его наиболее представительные поля и свойства, которые он проявляет в рассматриваемой зоне.

№6 – Указать...

Все отобранные ресурсы будут использованы для формулирования задач.

Примечание 10

- *Если ресурсы, имеющиеся в списке приоритетных, не дают положительного результата, используются другие ресурсы, имеющиеся в таблице №1, и шаги алгоритма повторяются.*
- *Если будут исчерпаны ресурсы оперативной зоны и прилегающие к ней, применяются ресурсы вначале ближайших надсистем, а затем все более отдаленных.*
- *Если ресурс, взятый из ближайшей надсистемы, состоит из нескольких элементов, то эти элементы ранжируются и из них так же выбираются приоритетные в соответствии с требованиями указанными в пункте 4.5.*

ЧАСТЬ 5

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА – ИКР

Цель: составить формализованные тексты задач

Шаг 5.1.

Составление идеального конечного результата - ИКР

Составить тексты задач в виде формулировок Идеального Конечного Результата - ИКР, с использованием приоритетных ресурсов, отобранных в шаге 4.5. Каждой задаче дать свой номер.

Тексты задач составляются по следующим вариантам:

Вариант 1.

«ЭЛЕМЕНТ ... (указать приоритетный ресурс из шага 4.5.),
ИСПОЛЬЗУЯ ... (указать имеющиеся у него поле, свойство),
НЕ ДОПУСКАЕТ ... (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)».

Вариант 2.

«ЭЛЕМЕНТ ... (указать приоритетный ресурс из шага 4.5),
ИСПОЛЬЗУЯ (указать имеющиеся у него поле, свойство),
ВЫПОЛНЯЕТ ИЛИ СОДЕЙСТВУЕТ ВЫПОЛНЕНИЮ (указать функцию из шага 1.2.)
И НЕ ДОПУСКАЕТ ... (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)»

Примечание 11

Если с одним применяемым ресурсом будет получен неудовлетворительный результат, задача составляется с одновременным (совместным) использованием двух ресурсов. В этом случае тексты задач составляются по следующей схеме:

«ЭЛЕМЕНТ (указать один выбранный ресурс из шага 4.5),
ИСПОЛЬЗУЯ (указать имеющиеся у него поле или вещество),
ВЗАИМОДЕЙСТВУЯ С (указать из шага 4.5 другой выбранный ресурс и его поле),
НЕ ДОПУСКАЮТ (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)».

Примечание 12

Если все ресурсы, отобранные на шаге 4.5 и имеющиеся в табл. №1, не дали положительного результата, то задача составляется с применением некоего гипотетического «X-элемента», обладающего нужными свойствами. По мере продвижения по алгоритму «X-элемент» будет приобретать все более реальные черты, пока не станет узнаваемым, и тогда его заменяют соответствующим конкретным веществом или полем.

С использованием «X-элемента» первоначальный текст задачи составляется по следующей схеме:

«СИСТЕМА ДЛЯ ... (указать из шага 1.2 функцию рассматриваемой системы)

САМА, ИСПОЛЬЗУЯ X-ЭЛЕМЕНТ, НЕ ДОПУСКАЕТ ИЛИ УСТРАНЯЕТ ... (указать Нежелательное Явление из шага 3.1).

Шаг 5.2.

Выявление элементов с противоречиями

В каждой сформулированной задаче (шаг 5.1) определить тот элемент, который для достижения поставленной цели должен выполнить противоречивые требования по **физическому (!)** состоянию. Сопоставить имеющиеся условия и новые требования.

Записать:

В задаче № 1 физическое противоречие испытывает ...

(указать элемент)

В задаче № 2 физическое противоречие испытывает ...

(указать элемент)

И так далее.

Примечание 13

Если в какой либо задаче нет элемента, который испытывает явные противоречивые требования по физическому состоянию, то для решения такой задачи не требуется алгоритм. В этом случае применяют обычные инженерные знания и известные способы. Для этого выявляют меняющийся параметр элемента и, используя известные в технике и технологии способы, получают нужный результат.

Шаг 5.3.

Использование прилегающих ресурсов

К каждому элементу, определенному на шаге 5.2, подобрать из ресурсов, прилегающих к оперативной зоне (см. шаг 4.5.2.), тот ресурс, который имеет наиболее высокую энергонасыщенность. Выбранный ресурс записать.

Образец записи:

В задаче №1 к элементу (указать элемент из шага 5.2) прилежит ... (указать прилегающий ресурс из шага 4.4).

И так далее.

ЧАСТЬ 6

ВЫЯВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: выявить суть физического противоречия и выбрать принцип его разрешения.

Шаг 6.1.

Определение противоречивых физических состояний

Описать противоречивые физические состояния - ПЕРВОЕ и ВТОРОЕ, которые испытывает элемент, выбранный на шаге 5.2. Описания физических состояний строятся по следующим схемам:

В задаче №1

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

«**ЭЛЕМЕНТ...**(указать элемент, выбранный на шаге 5.2), **ВЫПОЛНЯЯ** или **ЯВЛЯЯСЬ...**(указать существующую функцию, действие, свойство), **ДОЛЖЕН БЫТЬ...**(указать существующее (!) физическое состояние, свойство, действие)».

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

«**ЭЛЕМЕНТ...**(указать элемент, выбранный на шаге 5.2), **ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ...**(указать Нежелательное Явление из шага 3.1), **ДОЛЖЕН БЫТЬ...**(указать требуемое (!) физическое состояние, свойство, действие)».

Описать физические состояния для всех элементов шага 5.2.

Шаг 6.2.

Выбор принципа разрешения противоречия

Для каждого элемента, рассматриваемого в задачах (шаг 6.1), выбрать по нижеследующим правилам *принцип разрешения* имеющегося противоречия. Для этого необходимо определить, с каким параметром связано выявленное физическое противоречие, - с ПРОСТРАНСТВОМ, ВРЕМЕНЕМ или с тем и другим вместе. В зависимости от выбранного параметра применяют одно из трех правил:

ПРАВИЛО 1

Если от элемента (шаг 6.1) требуется проявить противоречивые действия (требования) в один и тот же момент времени, то такое

противоречие связано со временем и выбирают

Принцип №1 - «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБЪЕКТА»

(Практическое использование принципа показывается в шаге 7.1).

ПРАВИЛО 2

Если от элемента (шаг 6.1) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте, то такое противоречие связано с пространством и тогда выбирают

Принцип №2 - «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ ВО ВРЕМЕНИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА»

(Практическое использование принципа показывается в шаге 7.2).

ПРАВИЛО 3

Если от элемента (шаг 6.1.) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте и в один и тот же момент времени, тогда выбирают

Принцип №3 - «ИЗМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОТНОШЕНИЙ»

(Практическое использование принципа показывается в шаге 7.3).

Для каждого элемента записать выбранный принцип по схеме: «ДЛЯ ЗАДАЧИ № 1 ВЫБРАН ПРИНЦИП №... (указать принцип и объяснить)». И так далее.

Если выбранный принцип не привел к решению, берется другой принцип и шаги алгоритма повторяются.

Примечание 14

Для повышения вероятности получения наиболее оптимального решения рекомендуется каждую задачу проверить по всем трем принципам разрешения противоречий.

ЧАСТЬ 7

РАЗРЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: получить принципиальные направления возможных решений

Шаг 7.1.

Формулирование задачи с использованием принципа разнесения противоречивых требований в пространстве объекта

Если для элемента на шаге 6.2 выбран принцип №1 «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ», то задача составляется по следующей схеме:

*«ЭЛЕМЕНТ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования) **РАЗДЕЛЯЕТСЯ НА ДВЕ ЧАСТИ.***

***ОДНА ЧАСТЬ...** (указать из шага 6.1 ПЕРВОЕ физическое состояние элемента), **А ДРУГАЯ ЧАСТЬ, ИСПОЛЬЗУЯ...** (указать из шага 5.3 прилегающий вещественный ресурс),*

***ВЫПОЛНЯЕТ...** (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние того же элемента), **НЕ ДОПУСКАЯ ...** (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление)».*

Составить тексты других задач, для которых выбран принцип № 1.

Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показать принцип разрешения противоречия. В некоторых случаях целесообразно выполнить два рисунка «КАК ЕСТЬ» и «КАК НАДО».

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий №№ 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 24, 26, 30, 33.

(Перечень приемов смотрите в приложении № 9. Основные правила вепольного анализа, и систему стандартов смотрите в приложении № 10.)

Шаг 7.1.1.

Снижение инерции мышления

Если при выполнении шага 7.1 получен неудовлетворительный результат, его повторяют, но с использованием метода Моделирования Маленькими

Человечками - ММЧ (смотрите приложение № 11). При необходимости выполняется два рисунка - «Как есть» и «Как надо». Затем, применяя обычные инженерные и конструкторские знания, прорабатывают реальный вариант конструкции «Как надо», заменяя «маленьких человечков» теми веществами, которые имеются в оперативной зоне или взятыми со стороны.

Шаг 7.2.

Формулирование задачи с использованием принципа разнесения противоречивых требований во времени функционирования объекта

Если для элемента в шаге 6.3. выбран принцип № 2 - «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ ВО ВРЕМЕНИ», то задача составляется по следующей схеме:

«ЭЛЕМЕНТ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования) В ОДНО ВРЕМЯ... (указать из шага 6.1. его ПЕРВОЕ физическое состояние (свойство)), А В ДРУГОЕ ВРЕМЯ, ИСПОЛЬЗУЯ... (указать из шага 5.3 прилегающий вещественный или полевой ресурс или ресурс ближайшей надсистемы (шаг 4.5.)) ВЫПОЛНЯЕТ ... (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние(свойство)) И НЕ ДОПУСКАЕТ ... (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление)».

Составить тексты других задач, для которых выбран принцип № 2. *Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показывается принцип разрешения противоречия.*

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий №№ 6, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 28. 19, 20, 21, 27, 34, 36.

(Перечень приемов смотрите в приложении 9. Основные правила вепольного анализа, и систему стандартов смотрите в приложении 10.)

Примечание 15

Если с помощью ресурсов, взятых из прилегающей зоны (шаг 5.3), не получен удовлетворительный результат, используют другие ресурсы, выделенные на шаге 4 5, и ресурсы ближайших надсистем.

для снижения инерции мышления выполняется шаг 7.1.1.

Шаг 7.3.

Формулирование задачи с использованием принципа разрешения противоречий путем изменения системных отношений

Если для элемента на шаге 6.3 выбран принцип № 3 – «ИЗМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОТНОШЕНИЙ», то задача формулируется по следующим вариантам:

ВАРИАНТ №1 - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛИСИСТЕМЫ.

«ЭЛЕМЕНТ ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования), ИСПОЛЬЗУЯ ... (указать из шага 5.3 прилегающий ресурс или ресурс из ближайшей надсистемы (шаг 4.5)), СТАНОВИТСЯ ПОЛИСИСТЕМОЙ И ВЫПОЛНЯЕТ ... (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние/свойство), НЕ ДОПУСКАЯ ... (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление)».

Составить тексты других задач, для которых выбран принцип № 3, вариант 1.

Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показывается принцип разрешения противоречия.

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий №№ 1, 3, 5, 7, 17, 24, 31, 40 (Перечень приемов смотрите в приложении 9. Основные правила вепольного анализа, и систему стандартов смотрите в приложении 10.)

для снижения инерции мышления выполняется шаг 7.1.1.

ВАРИАНТ № 2 - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АНТИСИСТЕМЫ

«ЧАСТЬ ЭЛЕМЕНТА... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования), ИСПОЛЬЗУЯ... (указать из шага 5.3. прилегающий ресурс), СТАНОВИТСЯ АНТИСИСТЕМОЙ И ВЫПОЛНЯЕТ ... (указать из шага 6.1 второе физическое состояние/свойство), НЕ ДОПУСКАЯ... (указать из шага 3.1. Нежелательное Явление)».

Составить тексты других задач, которых выбран принцип

№ 3, вариант 2.

Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показывается принцип разрешения противоречия.

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий №№ 4, 8, 12, 13, 22, 37, (Перечень приемов смотрите в приложении 9. Основные правила вепольного анализа, и систему стандартов смотрите в приложении 10.)

ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИНЕРЦИИ МЫШЛЕНИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ШАГ 7. 1.1.

ВАРИАНТ №3 - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ СМЕНЕ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ

«ЭЛЕМЕНТ ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования), ИСПОЛЬЗУЯ ... (указать из шага 5.3 прилегающий ресурс), СТАНОВИТСЯ... (указать иное агрегатное или фазовое состояние его вещества), ВЫПОЛНЯЕТ... (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние/свойство), НЕ ДОПУСКАЯ... (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление)».

Составить тексты других задач, для которых выбран принцип № 3, вариант 3.

Задачу пояснить рисунком, в котором показывается принцип разрешения противоречия.

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий 29, 34, 35, 36, 40. (Перечень приемов смотрите в приложении 9. Основные правила вепольного анализа и систему стандартов смотрите в приложении 10).

ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИНЕРЦИИ МЫШЛЕНИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ШАГ 7.1.1.

ВАРИАНТ №4 - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ.

«ЭЛЕМЕНТ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования), ИСПОЛЬЗУЯ ... (указать применяемый физико-химический эффект. Краткий указатель применения физических эффектов находится в приложении №13), ВЫПОЛНЯЕТ... (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние/свойство элемента), НЕ ДОПУСКАЯ (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление)».

Составить тексты других задач, для которых выбран принцип № 3, вариант 4.

Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показывается принцип разрешения противоречия.

На данном этапе возможно использование известных приемов устранения технических противоречий №№ 14, 18, 23, 25, 28, 32, 34, 37, 38, 39 (Перечень приемов смотрите в приложении 9. Основные правила вепольного анализа, и систему стандартов смотрите в приложении 10.)

ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИНЕРЦИИ МЫШЛЕНИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ШАГ 7.1

ЧАСТЬ 8

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Цель: выбрать лучшее решение и выявить задачи внедрения.

Шаг 8.1.

Степень приближения к идеалу

Из всех полученных решений лучшим считается то, которое в наибольшей степени приближено к идеалу, то есть затрачивает на выполнение требуемой функции меньше материала, энергии, времени.

Примечание 16

В реальной практике не всегда решение, приближенное к идеалу, будет считаться лучшим. Многое зависит от конкретных обстоятельств, конъюнктуры и личных мотивов специалистов, принимающих решение. Если для внедрения потребуется длительная остановка технологического процесса или замена основных материалов и комплектующих, то, скорее всего, такое решение принято не будет. Целесообразность внедрения какого-либо устройства определяется его функциональностью, экономичностью и согласованностью с имеющимися системами.

Шаг 8.2.

Изменения в настоящем времени

Проверить, какие изменения произойдут в настоящем времени на предыдущих и последующих технологических

операциях при внедрении решения. Если изменение приводит к отрицательным последствиям, изучить возможность их устранения или получить новое решение.

Шаг 8.3.

Изменения в будущем времени

Проверить, какие изменения могут произойти в будущем на уровнях системы, подсистемы и надсистемы, если решение будет внедрено. Если изменение приводит к отрицательным последствиям, изучить возможность их устранения или получить новое решение.

Шаг 8.4.

Изменения при возрастании потребностей

Выяснить, какие проблемы могут возникнуть, если потребуется:

- Увеличить производительность в два, три и более раза.
- Увеличить или уменьшить габаритные размеры.
- Снизить потребление энергии.
- Изменить среду или условия работы.

Шаг 8.5.

Применение в других областях

Проверить, на каких иных производствах может быть применено полученное решение.

Шаг 8.6.

Задачи внедрения

Выявить задачи, которые необходимо решить для изготовления и внедрения решения.

НЕКОТОРЫЕ СОВЕТЫ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ АРИП-2009ПТ

Советы по части 1 (Проверка достаточности информации о проблеме)

В реальной производственной практике ни одному профану никакой алгоритм еще не помог. О проблеме нужно знать все. На сбор достоверной информации тратится более 80% времени отведенного на поиск решения. Это очень важная и трудоемкая работа. От понимания происходящих событий зависит успех работы с алгоритмом. Если вы решили сами обследовать какой-то узел, то не спрашивайте о нем главного инженера, начальника цеха или иного администратора. Они, в силу своей занятости, толком ничего вам не расскажут, только укажут, что машина плохая и ее нужно менять. Подойдите к оператору или к механику, они дадут более точную информацию – что плохо, когда плохо и почему плохо. При этом их речь может содержать не только нужные вам глаголы и существительные, но и более крепкие выражения.

При определении функции рассматриваемой системы совершается большее количество ошибок. Нужно определять физическую(!) функцию системы, а не административную или техническую. Например, «давить на рычаг выключателя лампочки», а не «выключать свет» или «разрывать электрическую цепь».

Советы по части 2 (Определение ложности проблемы и отказ от задачи)

Самое лучшее решение – это то, которое не нужно делать. Мудрый не занимается устранением проблемы, он создает условия, при которых она не возникает. Иногда вспоминайте армейскую заповедь: «Не спеши выполнять приказ. Скоро поступит приказ об отмене приказа».

Необходимость проверки задачи на ложность выстрадана многовековой историей человечества. Еще древнегреческий мыслитель Сократ раздраженно восклицал: «Сколько ненужных вещей окружает меня!». Поверьте, ненужной работы мы тоже совершаем много. Будьте бдительны!

Советы по части 3 (Выявление первопричины и Нежелательного Элемента)

Заказчик может не знать причину своей проблемы, поэтому иногда нужно делать не то, что он просит, а то, что ему действительно необходимо. Для этого нужно найти первопричину проблемы и устранить ее. Без устранения первопричины все решения будут сложными, энергоемкими и далекими от идеала. Наберитесь терпения и по крохам собирайте информацию о первопричине. Она может быть совсем рядом, а может быть очень далеко, в надсистеме. Работайте с проблемой там, где она возникла.

Советы по части 4 (Анализ ресурсов)

Мы редко думаем о том, что имеем. Анализируя ресурсы, будьте крохобором в самом хорошем смысле этого слова. Мир неисчерпаем и бесконечен. Ресурсы есть везде, даже в самом пустом месте – мы их просто иногда не видим. Способный человек обратит на пользу все, что его окружает. В первую очередь используйте вредные и даровые ресурсы и в последнюю очередь – полезные.

Если вы уж держите козу на балконе, разрешите соседке убирать навоз, который она увозит на дачу, а осенью рассчитывается с вами огурчиками. Только с помощью вредных и даровых ресурсов можно получить простое и экономичное решение. Следуйте принципу – что портит, то и должно исправлять!

Советы по части 5 (Формулирование ИКР)

С этой части начинается настоящее единорство с проблемой. Здесь Вам потребуется проявить максимальное мужество и смелость. Прислушайтесь к совету Наполеона – «Требуй невозможное, получишь максимум!» Не думайте пока, каким образом будет достигнута поставленная цель. Обозначайте цель как можно смелее, и поверьте, средства для ее достижения обязательно найдутся. Даже если вы не достигнете поставленного идеала, вы все равно приблизитесь к нему, а не отдалитесь от него. А это уже дорогого стоит. Еще древние говорили: «Лучше целиться в Совершенство и не попасть, чем целиться в Несовершенство и попасть».

Советы по части 6 (Формулирование физических противоречий)

Формулируя противоречия, стремитесь к тому, чтобы у вас получилось самое тупое, дикое и, с позиции нормальной логики, неразрешимое противоречие. Если вы натолкнулись на такое противоречие, радуйтесь ему и ликуйте. Это значит, что решение где-то совсем рядом и потому с удвоенной энергией, прикрываясь алгоритмом как щитом, пробивайтесь к решению. По мере продвижения по алгоритму ваша творческая мысль переживает три стадии: 1 – «Это невозможно!», 2 – «В этом что-то есть...», 3 – «Я же говорил, что это отличная мысль!».

Советы по части 7 (Разрешение физических противоречий)

Всякая работа требует больше времени, чем вы думаете. Это не только закон Мерфи, это сама жизнь. Внутри каждой большой задачи сидит маленькая, пытающаяся пробиться наружу. Найдя путь разрешения одного противоречия, то есть решив большую задачу, вы, вероятно, встретитесь с другими, более мелкими, но задачами. В реальной инженерной практике одноходовых задач не бывает. Они встречаются только новичкам и только в учебной литературе. С этими подзадачами вам придется поступить так же, как и с первыми, то есть выявлять их истоки, искать ресурсы, формулировать ИКР и устранять противоречия. Помните еще один закон Мерфи: если у вас сразу получилось все хорошо, это значит, что задача решена плохо, вы что-то недосмотрели или пропустили.

Советы по части 8 (Выбор решения и его внедрение)

Если у вас получился результат хуже, чем предполагалось, то есть сработала формула «хотели как лучше, а получилось как всегда», значит, вы решали не ту задачу. Здесь может быть только один совет – начать все сначала.

А если вы получили хорошее решение, погладьте себя по голове и громко скажите знаменитый пушкинский комплимент самому себе. Однако не обольщайтесь. Всякое решение плодит новые проблемы. А кому нужны новые проблемы? Никому!

Вот и Ваше решение никому не будет нужным... Правда, хозяину завода или директору оно, может быть, и нужно, а вот всем остальным – нет. Не потому, что они ретрограды и ничего

не понимают в технике, а потому, что им придется много возиться с вашим гениальным решением, дорабатывать его и решать еще много попутных задач. А где свободное время, где гарантии, где стимул? Нет их! Поэтому те, от кого зависит внедрение, будут усиленно пользоваться частью № 2 данного алгоритма, и ваша красивая идея останется незамужней.

В этой ситуации рекомендую воспользоваться частью № 4 и № 5 этого же алгоритма. То есть, используя не самые лучшие, а точнее, «вредные» человеческие ресурсы – тщеславие, зависть и жадность, заставьте их работать на вашу цель – внедрение. Присовокупите к идее «нужных» людей и тогда можете надеяться, что еще при вашей жизни произойдет внедрение вашего гениального изобретения.

Однако помните: если под описанием изобретения стоят фамилии нескольких соавторов, то среди них может быть и фамилия автора. А может и не быть... Не расстраивайтесь, проблем вокруг много, а идей у вас еще больше. Творческая жизнь тем и прекрасна, что она заставляет не обращать внимания на мелочи.

И последнее.

При изучении ТРИЗ, как и в геометрии, царских путей не бывает. Чтобы свободно владеть ею, в частности и данным алгоритмом, нужно много потрудиться. И когда вы приобретете достаточный опыт работы с алгоритмом, вы перестанете заглядывать в его текст. Нужные шаги будут сами мгновенно срабатывать в вашем сознании, и вы почти автоматически, не задумываясь, будете анализировать технические проблемы, и по многим из них получать нужные решения.

Успехов Вам!

ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕРМИНЫ

Примечание

Толкование некоторых терминов может отличаться от общеизвестных толкований в технической литературе и в литературе по ТРИЗ. Однако автор считает, что предложенный им вариант понимания терминов наиболее полно и точно отражает их суть.

АЛГОРИТМ – Перечень последовательных действий для достижения поставленной цели.

ВЕЩЕСТВО – Любой материальный объект.

НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЕ ЯВЛЕНИЕ (Н.Я.) – Нежелательное событие физической или химической природы, оказывающее вредное влияние на технологический процесс.

НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (Н.Э) – Элемент (вещественный или полевой), порождающий Нежелательное Явление.

ОПЕРАТИВНАЯ ЗОНА – Пространство, где происходит Нежелательное Явление.

ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ – Момент выполнения какой-либо технологической операции или физико-химического процесса, в который впервые возникает Нежелательное Явление.

ПРОТИВОРЕЧИЕ АДМИНИСТРАТИВНОЕ – Конфликт между технической системой и надсистемой, в том числе и человеком. Несоответствие между желаемым и имеющимся.

ПРОТИВОРЕЧИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ – Конфликт между техническими системами, который возникает при изменении (улучшении) какого-либо параметра в одной технической системе.

ПРОТИВОРЕЧИЕ ФИЗИЧЕСКОЕ – Конфликт в одном подсистемном элементе, который выражается в невозможности выполнения противоположных требований по физическому состоянию, предъявляемых одному элементу.

ПОДСИСТЕМА – Объект, являющийся частью рассматриваемой системы.

ПОЛИСИСТЕМА – Объект, состоящий из нескольких однородных или неоднородных элементов.

ПРОБЛЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ – Выход технологических параметров за пределы допускаемых норм, возникновение брака, неэффективность, неблагоприятное

воздействие на окружающую среду и тому подобное.

ПОЛЕ – Какой-либо вид воздействия: механический, акустический, тепловой, химический, электрический, магнитный, световой, гравитационный и другие.

ПОЛЯ ФОНОВЫЕ – Поля в оперативной зоне, источники которых находятся за ее пределами.

РЕСУРСЫ – Вещества и поля, которые могут быть использованы для решения задачи.

РЕСУРСЫ ПОЛЕЗНЫЕ – Вещества и поля, участвующие в технологическом процессе и обеспечивающие его выполнение.

РЕСУРСЫ ВРЕДНЫЕ – Вещества и поля, оказывающие вредное влияние на выполнении технологического процесса.

РЕСУРСЫ НЕЙТРАЛЬНЫЕ – Вещества и поля, находящиеся в оперативной зоне, но не участвующие в технологическом процессе и не оказывающие вредного влияния.

СИСТЕМА – Учитывая вечность и бесконечность мира в любом его измерении, системой можно считать любой объект, на который обращено внимание человека.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – Объект, состоящий из естественных и/или искусственных элементов, объединенных выполнением функции, которую определил человек.

НАДСИСТЕМА – Объект, в который входит рассматриваемая система.

ПОДСИСТЕМА – Объект, являющийся частью рассматриваемой системы.

АНТИСИСТЕМА – Система, выполняющая противоположную функцию.

ФОРМУЛА ПРОБЛЕМЫ – Краткие ответы на вопросы «Что?», «Где?», «Когда?», «Почему?».

ОБЩЕЕ И РАЗЛИЧНОЕ **В АРИЗ-85В И АРИП-2009ПТ**

ОБЩЕЕ В АРИЗ И АРИП

Используются понятия *системность* и *системный анализ задачи*.

Используются понятия *оперативная зона (ОЗ)*, *оперативное время (ОВ)*.

Используются понятия *вещественно-полевые ресурсы (ВПР)* и их *использование*

Используется понятие *идеальный конечный результат (ИКР)*.

Используются понятия *единство противоречий*, их *выявление* и *формулирование*.

Используются понятия *разрешение противоречий* и *применение информационного фонда – приемов, стандартов, физических эффектов и задач-аналогов*.

Указанные понятия являются основополагающими в АРИЗ, и они составляют суть творческого мышления человека. С каждой последующей модификацией АРИЗ эти понятия уточнялись и развивались. Последние 20 лет использования АРИЗ-85В в реальной инженерной практике позволили накопить достаточное количество фактов и практического опыта, которые помогли уточнить и повысить инструментальность вышеперечисленных понятий. При этом возникли некоторые отличия в алгоритме.

ОТЛИЧИЯ АРИП от АРИЗ

- Алгоритм не требует прототипа, чтобы начинать решать задачу.
- Алгоритм специализирован на определенный вид проблемы. (Пояснение и обоснование такого изменения смотрите в приложении № 26.)
- Алгоритм требует максимально полной и точной информации о происходящих событиях в рассматриваемой системе. С одной стороны это усложняет работу по алгоритму, а с другой стороны – уменьшает вероятность неправильных действий.
- Понятие системности применяется более широко, не только для анализа рассматриваемой системы в настоящем времени, но и для выявления взаимосвязей с подсистемой и надсистемой в прошлом и будущем времени. Это позволяет определить ложность проблемы, или возможность ее решения без внесения

каких либо изменений.

- Понятие *оперативная зона* приобрело более конкретный смысл. Это не просто место, где происходит конфликт, а место, где ВПЕРВЫЕ(!) возникает конфликт. Выявление первопричины позволяет решать задачу более эффективно и с меньшими затратами.

- Понятие *вещественно-полевые ресурсы* также уточнилось – в первую очередь выявляются вредные ресурсы, которые находятся в оперативной зоне, затем нейтральные и полезные. В определенных случаях привлекаются ресурсы примыкающей зоны и надсистемы. Все ресурсы классифицируются, ранжируются и используются в строгой очередности.

- Составление *идеального конечного результата (ИКР)* имеет более высокий уровень формализации, при этом *ИКР* сразу же составляется с привлечением имеющихся ресурсов, что устраняет многоступенчатость и неопределенность выполнения шагов.

- Выявление противоречий и их формулирование упрощено и сводится только к использованию физического противоречия. Это стало возможным благодаря тому, что основное внимание уделено первопричине, где, как правило, находится один элемент, испытывающий противоречивые требования по физическому состоянию. При этом составление физических противоречий и их разрешение максимально формализовано. Каждый последующий шаг имеет жесткую логическую связь с предыдущими шагами, что уменьшает вероятность возникновения ошибок.

- Разрешение противоречий и применение информационного фонда также осуществляется по специальным формальным правилам, которые основаны на трех самых общих диалектических принципах. Затем выбранный принцип, с помощью информационного фонда, уточняется, конкретизируется и приобретает черты реального решения.

- Алгоритм позволяет по одной проблеме получать несколько решений, которые в различной степени приближены к идеалу.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ к АРИП-2009ПТ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1	Какой алгоритм нужен инженеру
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2	Уровни описания производственно-технологических проблем и рекомендации по первичному описанию проблемы
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3	Примеры по шагу 2.1. Анализ последствий при невыполнении технологической операции
ПРИЛОЖЕНИЕ № 4	Примеры по шагу 2.2. Анализ последствий при неисправлении обнаруженного недостатка
ПРИЛОЖЕНИЕ № 5	Примеры по шагу 2.3. Проверка ошибок в прошлом
ПРИЛОЖЕНИЕ № 6	Примеры по шагу 2.5. Передача проблемы элементам надсистемы
ПРИЛОЖЕНИЕ № 7	Примерный список полей и их разновидностей
ПРИЛОЖЕНИЕ № 8	Виды ресурсов
ПРИЛОЖЕНИЕ № 9	Перечень приемов разрешения технических противоречий
ПРИЛОЖЕНИЕ № 10	Вепольный анализ и некоторые стандарты
ПРИЛОЖЕНИЕ № 11	Краткое описание методов снижения психологической инерции
ПРИЛОЖЕНИЕ № 12	Краткий указатель применения физических эффектов

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. - Вопросы психологии, 1956, № 6,
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1973.
3. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск: Наука, 1986.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. - М: Сов. Радио, 1979.
5. Альтшуллер Г.С. АРИЗ - значит победа. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В. – В сб.: Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.
6. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И.Филатов. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.
7. Петров В. История развития алгоритма решения изобретательских задач АРИЗ. - Информационные материалы. Тель-Авив, 2006.
8. Петров В.М. Технология использования ресурсов. - Доклад на Петрозаводской конференции по ТРИЗ в 1985 г.
9. Петров В. Логика АРИЗ / Петров В. Основы теории решения изобретательских задач. - Учебное пособие. Издание 2-е. исправленное и дополненное - Тель-Авив, 2000.
10. Петров В. Алгоритм решения изобретательских задач. Учебное пособие. - Тель-Авив, 1999.
http://www.tri2land.ro/trizba.php?idg_10S
11. Злотин Б.Л., Зусман А.В., Решение исследовательских задач. - Кишинев, 1991.
12. Иванов Г.И., Быстрицкий А.А, Мини алгоритм выбора инженерных задач из производственно-технологической проблемной ситуации – АВИЗ 2005. - Труды Международной конференции ТРИЗ Фест - 2005. Санкт-Петербург, 2005.
13. Иванов. Г.И., Быстрицкий А.А. Алгоритм выбора инженерных задач - АВИЗ. - Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ». – СПб.: ТРИЗ-Петербург, 2006.
14. Иванов Г.И. Быстрицкий А.А. Формулирование творческих задач. – Челябинск: ИИЦ «ТРИЗ-инфо», 2000.

15. М.С. Рубин, О.М.Герасимов. О методах анализа проблемных ситуаций и выбора задач. «ТРИЗ-Саммит - 2007". – СПб, 2007.
16. Горин Ю. Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей. – Баку, 1973. - 300 с.
17. Бородастов Г.В. и др. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач: Учебное пособие / Г.В. Бородастов, С.Д. Денивов, В.А. Ефимов, В.В. Зубарев, В.П. Кустов, Л.Н. Гончаров. - Мл ЦПИИАтоминформ, 1979.
18. Жуков Р.Ф., Метров П.М. Современные методы научно-технического творчества (на примере предприятий судостроительной промышленности). Учебное пособие. – Л.: ИПК СОШ, 1980. - 88 с. (с.76-86).

КАКОЙ АЛГОРИТМ НУЖЕН ИНЖЕНЕРУ

*«Идите туда, где ищут истину, и
бегите оттуда, где ее нашли»*

Сократ

Невозможно одним лекарством лечить все болезни. Невозможно решать все изобретательские задачи одним алгоритмом, пусть даже самым универсальным.

Мир бесконечно разнообразен.

Инженерная практика показывает, что АРИЗ-85В хорошо работает на предварительно очищенных задачах, то есть на задачах, где ясна исходная ситуация и понятна конечная цель. На реальном производстве такие условия почти всегда отсутствуют. Исходная ситуация, как правило, имеет массу неопределенностей и неточностей, что приводит к ошибкам уже в начале анализа. Сложность взаимосвязей и многоярусность отношений в иерархии технических систем затрудняют выявление главного звена в цепи нежелательных явлений. Поэтому вопрос выявления задач из производственной ситуации остается актуальным.

Еще в начале 80 годов сам Генрих Саулович Альшуллер отмечал необходимость развития первой части АРИЗ, в которой выявлялась и формулировалась задача. Усилия многих разработчиков были направлены на решение именно этой проблемы. Некоторые успехи в этой области уже имеются, но они еще недостаточны, чтобы с полной уверенностью заявить о том, что проблема выбора задач решена.

У профессионалов четко сформировалась мысль о том, что для производственно - технологической проблемной ситуации нужен свой СПЕЦИАЛЬНЫЙ алгоритм.

Этот алгоритм должен выявлять место и время возникновения **первопричины** и устранять ее, привлекая имеющиеся ресурсы и разрешая физические противоречия.

Похожая, но все же иная ситуация в конструкторской деятельности, когда требуется изменить конкретный узел или машину в целом. В этом случае понять исходную ситуацию и

выбрать задачу легче. Однако требуется определить, на каком этапе развития находится рассматриваемая система и какой, в соответствии с ЗРТС, требуется следующий эволюционный или качественный шаг, приближающий систему к идеалу. Затем, как и в предыдущем случае, мы должны выявить физические противоречия и применить инструменты их разрешения. Для того, чтобы уверенно делать такую работу, требуется уже свой **конструкторский алгоритм.**

Особняком стоят измерительные задачи. В них, как правило, требуется анализ входящих и выходящих полей, несущих информацию. Это накладывает свои особенности, которые, к сожалению, в существующем алгоритме не учитываются. Возникает необходимость создания **алгоритма решения измерительных задач.**

Совсем не похожая ситуация наблюдается при аварийных и научно-исследовательских проблемных ситуациях. В этих случаях почти отсутствует информация о предшествующих событиях, а есть только последствия, причина возникновения которых так же не всегда известна. К сожалению, существующий алгоритм решения изобретательских задач в этих случаях также почти не применим. Нужен иной подход, иные методические приемы.

Итак, многолетняя практика использования АРИЗ-85В привела к мысли о необходимости разработки как минимум пяти специализированных алгоритмов для различных проблем. Сложившееся положение вовсе не означает, что АРИЗ-85В устарел и ни на что не стал годен. Напротив, это говорит только о том, что заложенные в нем принципиальные идеи верны, но они должны развиваться, конкретизироваться и специализироваться по видам проблем.

Генрих Саулович Альтшуллер заложил фундамент и построил стены здания под названием ТРИЗ. Пришло время обустроить это здание. Творческому человеку жить в нем еще многие годы.

Следует сразу же подчеркнуть: во всех будущих специализированных алгоритмах должны присутствовать все те же основополагающие диалектические понятия ТРИЗ - системность и законы развития систем, идеальность и составление ИКР, противоречия и принципы их разрешения,

ресурсы и их использование. Это те понятия, которые Г.С. Альшуллер первым ввел в изобретательскую практику, которые прошли проверку временем и которые составляют суть эффективного изобретательского мышления.

Для того, чтобы определиться, какие требуются алгоритмы, вначале нужно определить виды технических проблем и их признаки.

Предлагаем следующие.

ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

ПРОИЗВОДСТВЕННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Признаки.

Сбои, остановки, неритмичность и не эффективность технологических процессов. Выход технологических параметров за пределы допускаемых норм, возникновение брака, неблагоприятное воздействие на окружающую среду и т.п.

КОНСТРУКТОРСКИЕ ПРОБЛЕМЫ.

Признаки.

Низкая производительность, большие энергоемкости, масса, размеры, ненадежность, недолговечность и сложность конструкции.

Конструкторские проблемы имеют подвиды:

- Развитие существующих систем. Изменяются любые части системы кроме рабочего органа, принцип работы которого остается прежним.
- Создание новых систем. Изменяется рабочий орган, который использует принципиально иной принцип работы. В соответствии с изменением рабочего органа изменяются и другие части системы

ИЗМЕРИТЕЛЬНО – ОБНАРУЖИТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Признаки.

Отсутствие информации о промежуточных или крайних состояниях технической системы или ее частей.

НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Признаки.

Отсутствие информация о происходящих физико – химических

процессах, несовпадение полученных результатов с ожидаемыми, возникновение ранее неизвестного явления или события, непонимание происходящих событий.

АВАРИЙНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Признаки.

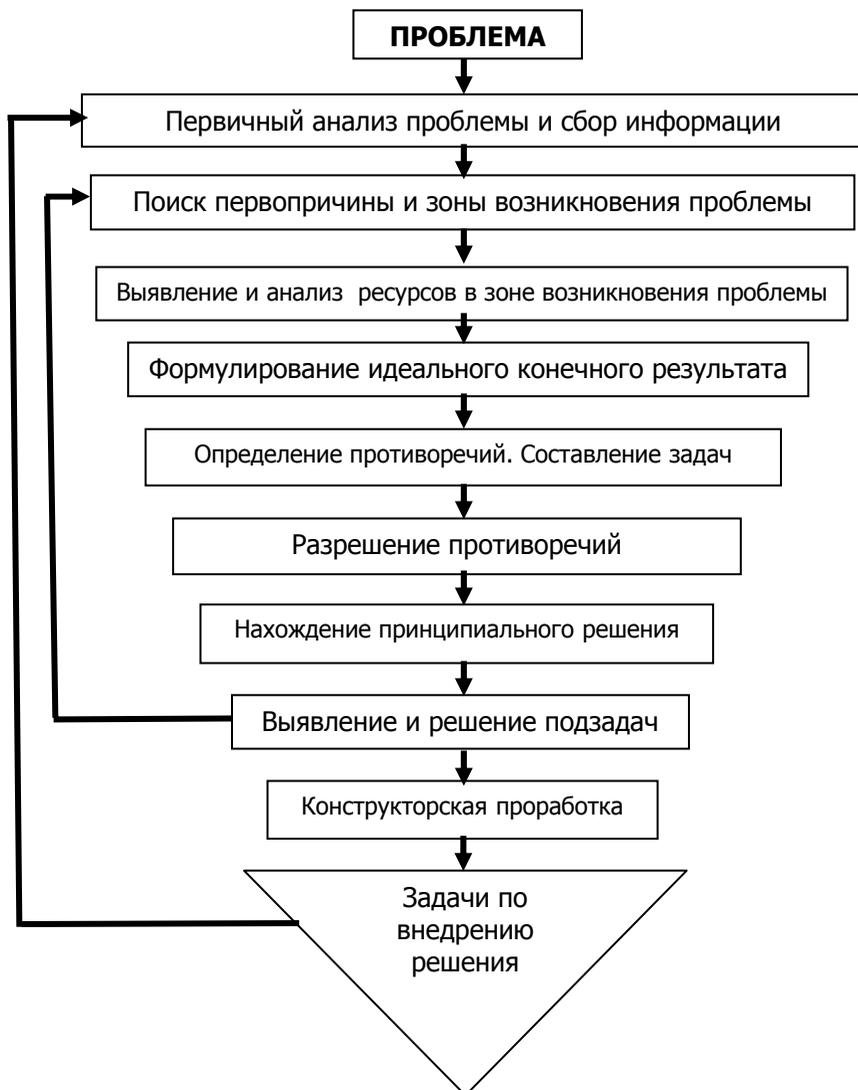
Возникновение в технической системе саморазвивающихся, неуправляемых процессов, приводящих к разрушению самой технической системы и окружающей среды.

Возможно, перечислены не все виды технических проблем, для которых требуется свой алгоритм. Поэтому мы будем благодарны за уточнения и дополнения.

Ниже предлагаем для рассмотрения и обсуждения принципиальные схемы некоторых специализированных алгоритмов. Часть из них уже создана и проверена, например алгоритм для решения производственно-технологических проблем, другие находятся в различной степени готовности.

ОСНОВНЫЕ БЛОКИ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АРИП-2009ПТ

(алгоритм разработан, используется в практике)



ОСНОВНЫЕ БЛОКИ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИХ ПРОБЛЕМ - АРП(К)

(алгоритм в стадии доработки и уточнения)



ОСНОВНЫЕ БЛОКИ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ - АРП(И)

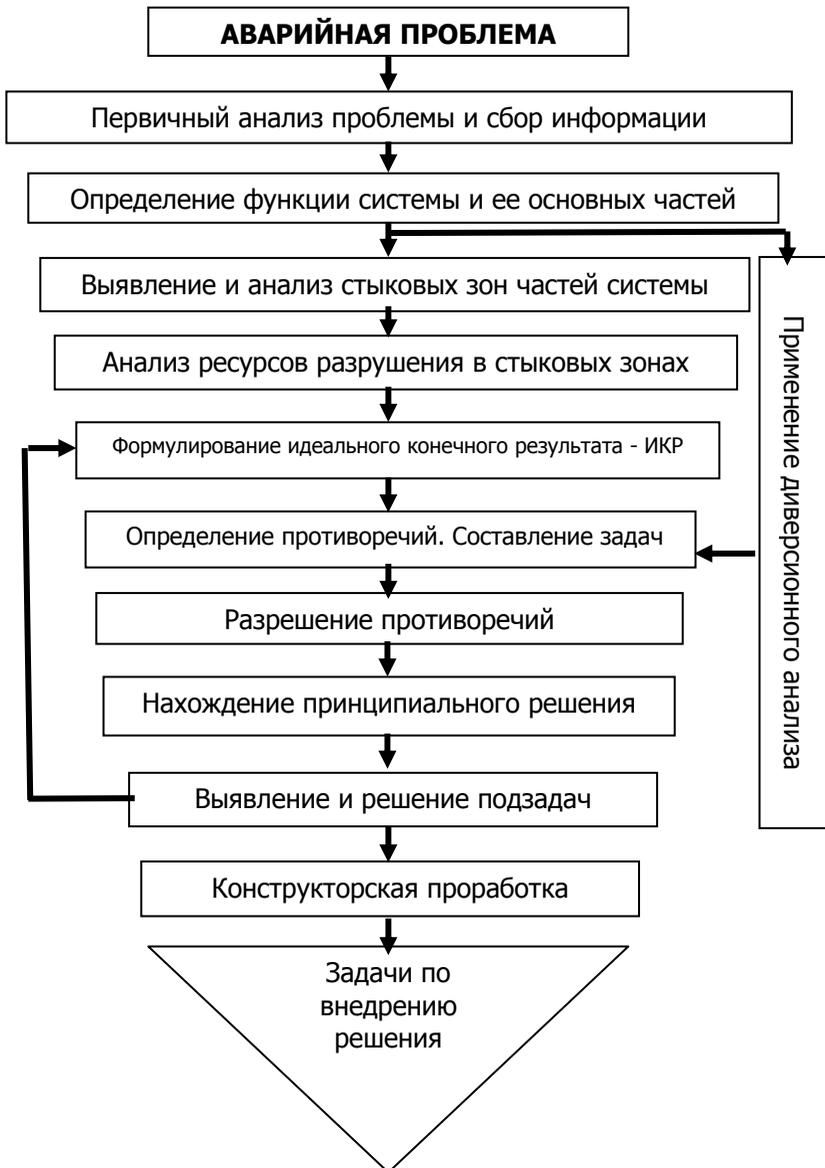
(алгоритм в стадии доработки и уточнения)



ОСНОВНЫЕ БЛОКИ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ

АВАРИЙНЫХ ПРОБЛЕМ - АРП(А)

(алгоритм в стадии разработки)



ОСНОВНЫЕ БЛОКИ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ ПРОБЛЕМ - АРП(А)

(алгоритм в стадии начальной разработки)



УРОВНИ ОПИСАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Описание производственно – технологической проблемы может быть выполнено на различных уровнях: СОЦИАЛЬНО-АДМИНИСТРАТИВНОМ, ТЕХНИЧЕСКОМ, ФИЗИЧЕСКОМ.

СОЦИАЛЬНО-АДМИНИСТРАТИВНЫЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ ПРОБЛЕМЫ:

Описывается конфликт между технической системой и надсистемой, между человеком и техникой. Указываются финансовые, организационные, эксплуатационные, экологические и другие неблагоприятия. Описание отмечает только вредные последствия. Даются административные указания на их устранение

Пример.

"Завод платит большие штрафы за загрязнение прилегающих к нему территорий. Бетонные лотки, по которым отводятся жидкие отходы, переполняются и отходы выливаются на землю. Техническим службам завода срочно принять меры к устранению указанного недостатка и обеспечить транспортировку жидких отходов без загрязнения прилегающих территорий».

ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ ПРОБЛЕМЫ:

Описывается конфликт между двумя и более техническими системами. Как правило, описание отражает функционально - технологические неблагоприятия в рассматриваемой системе. Предлагается устранить недостаток имеющейся системы.

Пример.

«Бетонные лотки для транспортировки жидких отходов забиваются осадками и переполняются. Ручная очистка трудоемка и не эффективна. Применение механических самоходных скребков связано с большими затратами материалов, электроэнергии и сложностью устройства.

Необходимо разработать новый способ или устройство для эффективной очистки лотков».

ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ ПРОБЛЕМЫ:

Описывается конфликт, происходящий внутри одной технической системы, отражаются нежелательные физико-химические явления. Как правило, рассматривается один(!) элемент и происходящие в нем физические процессы, которые являются причиной возникновения проблемы. Предлагается разработать способ или устройство для устранения нежелательного физико-химического процесса.

Пример.

В лотках во время спуска жидких отходов имеющиеся в них твердые частицы пропитываются водой, теряют плавучесть и оседают на дно, забивая лоток. Предложите способ предотвращения потери плавучести твердых отходов.

При всей краткости описания проблемы, в нем отражены основные категории физического (материального) мира – Событие, Пространство, Время, Причина. При этом содержатся полные ответы на вопросы "**Что?**" – частицы оседают на дно, "**Где?**" – в лотках, "**Когда?**" – во время спуска отходов, «**Почему?**»- теряют плавучесть.

Это и есть наиболее правильное и полное описание технической проблемы, которое выполнено на физическом уровне.

ВАЖНАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ

*Описание любой производственно - технологической проблемы необходимо доводить до ее **физического(!)** уровня, т.е. должны описываться **конкретные физико - химические процессы**, которые происходят в подсистемных элементах и которые являются причиной возникновения проблемы. Решать проблему можно только тогда, когда она описана на физическом уровне.*

ПРИМЕРЫ РАЗБОРА ЗАДАЧ ПО АЛГОРИТМУ Часть 2, шаг 2.1.

ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ

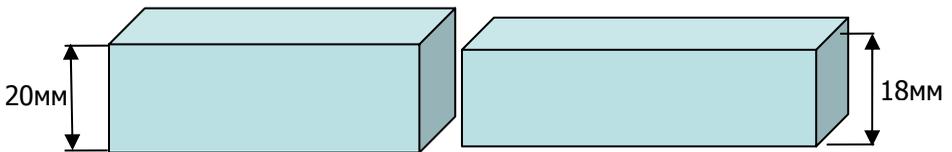
Шаг 2.1.

НЕ ВЫПОЛНЯТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ОПЕРАЦИЮ

Выяснить, возникают ли вредные последствия в будущем на уровнях системы, надсистемы и подсистемы, если технологическую операцию, при которой возникает проблема, не выполнять. Если вредных последствий не возникает, проблему считать ложной.

ПРИМЕР 1. СТРОГАНИЕ БРУСА

По специальному заказу завод в массовом количестве изготавливал корпусные сварные изделия из брускового металла. На складе был большой запас бруса толщиной 20мм. Для выпускаемых изделий требовался брус толщиной 18мм. Строгальный участок, на котором с бруса снимались лишние 2мм, не справлялся с объемом возросших работ. Возникла проблема, как повысить производительность участка, чтобы завод мог выполнить работу в договорные сроки. Была организована работа в три смены, но и это не спасало положения.



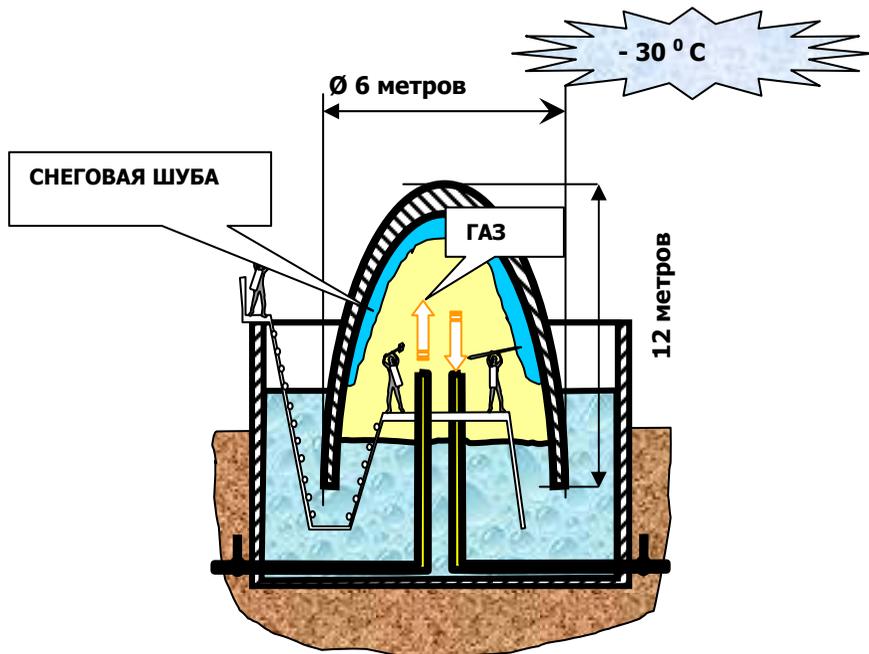
Существующая толщина 20мм Требуемая толщина 18 мм

Дирекция завода уже была готова пойти на крупные расходы и закупить новые станки, чтобы не упустить выгодный заказ. Однако при общении с заказчиком выяснилось, что толщина изделия 18мм является минимально допустимой, а если

изделия будут толще, то это даже лучше и он, заказчик, готов даже немного доплатить за более прочные изделия.

ПРИМЕР 2. ОЧИСТКА ГАЗГОЛЬДЕРА

Газгольдер – аппарат, применяемый в химической промышленности для приема, хранения и выдачи газа. Аппарат выполнен в виде большого перевернутого колокола, который плавает в открытом водном бассейне. Зимой при отрицательной температуре воздуха вода в бассейне подогревается. Однако верхняя часть газгольдера внутри покрывается толстым слоем инея, который в виде снеговой шубы нарастает все больше и больше. В технологической документации завода отдельным пунктом стоит требование через определенное время удалять эту снеговую шубу. Специальные люди, одетые в гидрокостюмы и противогазы, с помощью скребков и лопат снимали иней с внутренней части газгольдера. Работа медленная, трудная и очень опасная для здоровья человека. Попытка механизировать данную операцию не увенчалась успехом. На большом химическом комбинате был объявлен конкурс на лучшее решение проблемы. Что делать?



Анализ и последующая практика показала, что данная проблема ложная. Снеговая шуба никаких вредных последствий на хранимый газ и на последующий технологический процесс не оказывает. Внутреннюю поверхность газгольдера перестали чистить от нарастающего инея. Было замечено, что со временем рост снеговой шубы замедляется и останавливается. Таким образом, были сохранены финансовые средства, затрачиваемые на выполнение ненужной работы, и, главное, сохранено здоровье людей.

ПРИМЕРЫ РАЗБОРА ЗАДАЧ ПО АЛГОРИТМУ Часть 2. шаг 2.2.

ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ

Шаг 2.2.

НЕ УСТРАНЯТЬ НЕДОСТАТОК

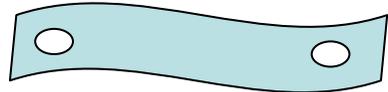
Выяснить, возникают ли вредные последствия в будущем на уровнях системы, надсистемы и подсистемы, если недостаток, возникающий при выполнении какой-либо операции, не устранять. Если вредных последствий не возникает или недостаток самоустраняется, проблему считать ложной.

ПРИМЕР 1. СКРУТКА ПЛАСТИНЫ

После термообработки стальная пластинка иногда приобретала небольшую осевую скрутку. По этой причине 10% изделий уходило в брак. Технологи цеха потратили много усилий, чтобы устранить данный недостаток, но полного успеха достигнуть не могли.



Деталь до закалки



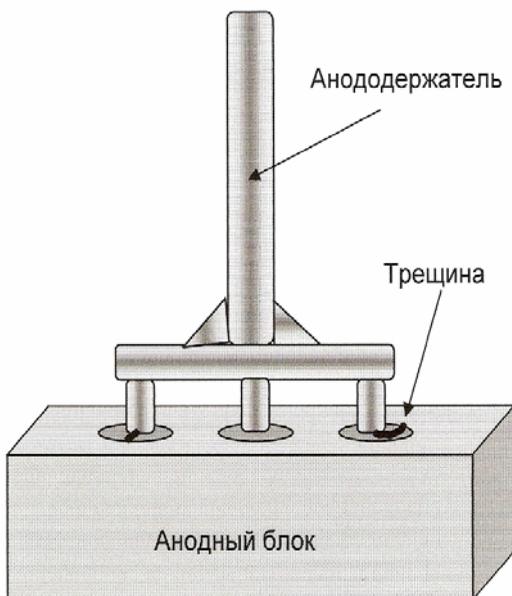
Деталь после закалки

Когда проверили, какое влияние оказывает скрутка пластины на работу устройства, в котором она применялась, то выяснили – никаких вредных последствий не возникает. Пластинка зажималась между двумя деталями и ее скрутка исчезала. Более того, скрученная пластинка облегчала разборку этого же устройства. При отворачивании болтов под действием скрученной пластины детали сами разъединялись и уже не требовались специальные клинья, применяемые ранее для разборки. Цех перестал считать скрутку пластины браком.

ПРИМЕР 2. ЗАЛИВКА АНОДОДЕРЖАТЕЛЕЙ

В современном электролизном производстве алюминия применяют обожженные анодные блоки. Чтобы установить эти блоки в электролизные ванны, в их гнезда вставляют анододержатели и заливают жидким чугуном. Горячий металл, находясь в замкнутом объеме, остывает быстро и неравномерно. В результате иногда на его поверхности возникают трещины, которые не допускаются утвержденными технологическими нормами. Исправить этот недостаток уже невозможно и дорогое изделие отправляется в брак.

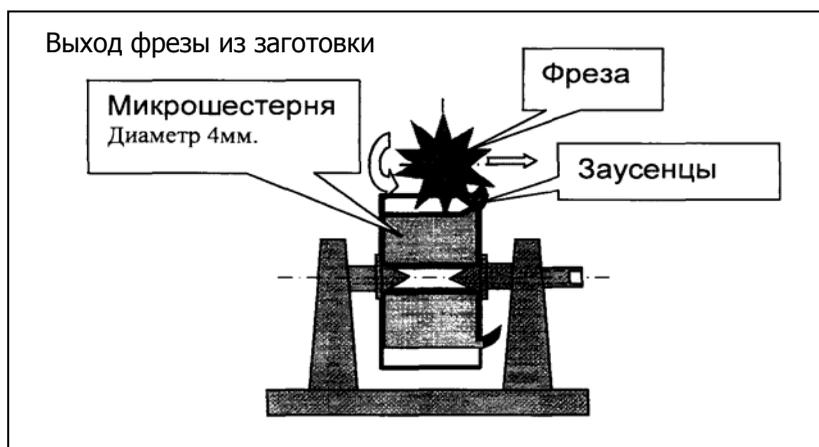
Заводские инженеры и рационализаторы перепробовали десятки режимов различных заливок чугуна и различные приспособления, но трещины все равно продолжали неожиданно появляться. Институтам было дано задание разработать такой сплав чугуна, который при остывании не образует трещин. Длительная разработка такого чугуна не принесла положительных результатов. Десятки дорогих анодных блоков продолжали уходить в брак. Так продолжалось несколько лет.



Решили проверить, какое влияние оказывает трещина на технологический процесс получения алюминия. Многократные и длительные испытания показали, что трещина в залитом чугуна не оказывает никакого вредного влияния на работу анодного блока в электролизной ванне, не уменьшается производительность, не возрастает потребление тока и не ухудшается качество получаемого алюминия. Проблема перестала существовать.

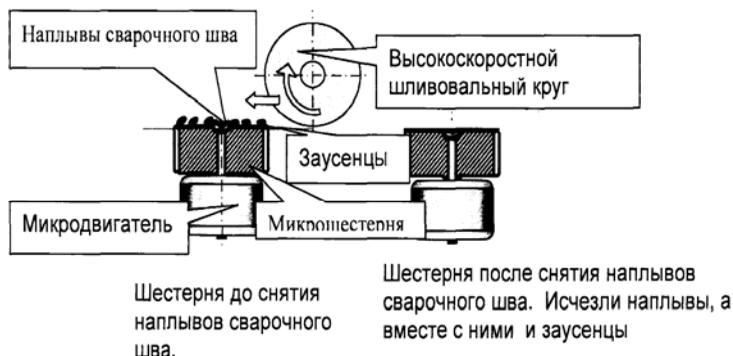
ПРИМЕР 3. СНЯТИЕ ЗАУСЕНЦЕВ С МИКРОШЕСТЕРНИ

Завод в массовом количестве изготовлял из специальной высокоуглеродистой стали микрошестерни для высокоточных приборов. Нарезание зубьев выполнялось на высокопроизводительных автоматах. Проблема состояла в удалении заусенцев, которые неизбежно образовывались на торце шестерни в момент выхода фрезы из заготовки.



Удалять заусенцы, используя все известные способы, не удавалось. Были испытаны пескоструйный, ультразвуковой, электрогидравлический, лазерный и другие способы, но все они оказались не пригодными. Микрошестерня имеет очень мелкий зуб, размеры и масса которого соизмеримы с заусенцем, поэтому в момент удаления заусенцев любым известным способом, неизбежно повреждался и зуб. Бригады женщин с помощью

надфилей и шлифовальной пасты вручную удаляли заусенцы. Это была одна из высокочрезвычайных операций во всей технологии изготовления приборов.



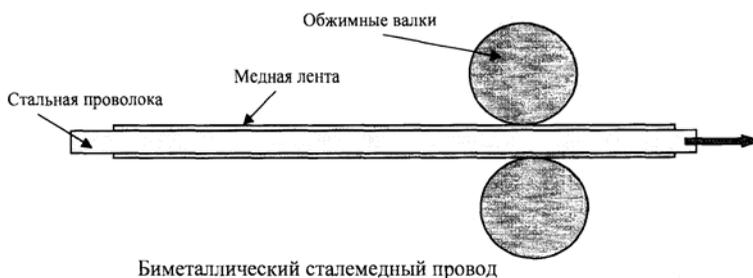
При анализе последующих технологических операций было выяснено: изготовленные шестеренки насаживались на вал микродвигателя и приваривались к нему. Затем высокоскоростным шлифовальным кругом с торца шестеренки снимались напльвы металла образованные сваркой, и шлифовалась поверхность.

Оказалось, что при операции шлифования автоматически удаляются и заусенцы! Трудоемкая работа по предварительному удалению заусенцев, оказывается, была ненужной. Проблема исчезла.

ПРИМЕР 4. БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СТАЛЕМЕДНЫЙ ПРОВОД

На производстве обрабатывалась новая технология изготовления биметаллического сталемедного провода. Это была уникальная технология. На одной из ее операций стальной проволочный сердечник очищался, оборачивался медной лентой, нагревался до 600 градусов и обжимался в специальных валках. Образцы из каждой партии продукции проверялись в лаборатории. Среди многих показателей диффузионная прочность соединения стали с медью регламентировалась особенно жестко. Этот показатель не всегда соответствовал нормам. Иногда диффузионное соединение стали с медью было

хорошим, иногда слабым. Технологи сбились с ног, выискивая причину такой нестабильности. Было испробовано все, что возможно, однако один образец показывал хорошую прочность, другой образец, изготовленный совершенно так же, показывал низкую прочность соединения стали с медью. Пригласили представителей науки, но и те после нескольких месяцев напряженных исследований беспомощно развели руками. Проблема обострялась.



Однажды на завод приехал заказчик, которому срочно была нужна партия изделий из биметаллического провода. Ему сказали, что сейчас нет готовых изделий, они будут только через три дня. Заказчик оказался недоверчивым и попросил провести его на склад готовой продукции. Его повели на склад. Там лежала партия накануне забракованных изделий, которые не прошли испытаний по прочности соединения металлов. Заказчик согласился забрать эту партию. Ему сказали, что это брак и повели в лабораторию, чтобы он убедился сам в ненадежности соединения металлов. К всеобщему изумлению лаборантов и технологов завода, забракованные сутки назад изделия показали отличную прочность. Заказчик забрал все, что имелось на складе.

Технологи, наконец-то, поняли причину своих прежних неудач. Если они контролировали изделия сразу после прокатки, то получали неудовлетворительный результат. Если изделие проверялось спустя несколько часов после прокатки, оно соответствовало всем требованиям.

Вероятно, после нагрева и деформации в валках металлам нужно было некоторое время, чтобы произошла релаксация (отпуск) их кристаллической структуры, и тогда диффузное соединение завершалось полностью. Происходило самоустранение той проблемы, над которой долго бились технологи.

Такое «самоустранение» происходит при многих операциях, связанных с изменениями кристаллической структуры материала.

ПРИМЕРЫ РАЗБОРА ЗАДАЧ ПО АЛГОРИТМУ Часть 2 ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ

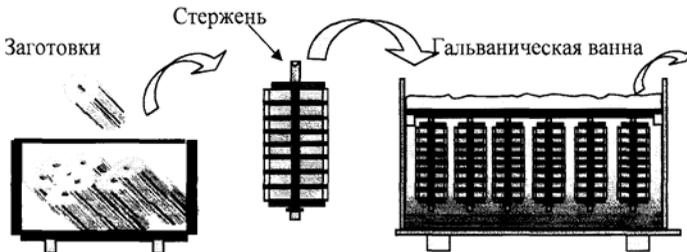
Шаг 2.3.

ПРОВЕРИТЬ ОШИБКИ В ПРОШЛОМ

Выяснить, не возникла ли проблема в результате ошибочных действий совершенных в прошлом на предыдущих технологических постах или в прошлом в надсистеме. Если это так, принять меры к устранению этих ошибок.

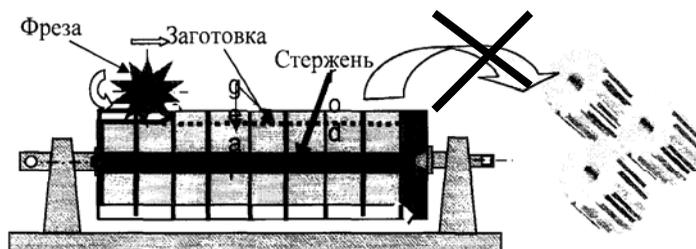
ПРИМЕР №1.

Гальванический цех получал из соседнего цеха заготовки, на которые необходимо было нанести защитное покрытие. Заготовки привозились в ящиках, и рабочие вручную нанизывали их на стержни. Затем стержни с заготовками опускались в гальваническую ванну, где наносилось покрытие. Самая трудоемкая работа заключалась в нанизывании заготовок на стержень. Конструкторам было дано задание разработать автоматическое устройство для нанизывания заготовок на стержни.



Анализ предыдущих технологических операций выявил, что в цехе, откуда поступали заготовки, последними операциями было фрезерование и шлифование. Причем эти операции выполнялись на собранных в пакет заготовках. Для этого детали нанизывались на стержень и обрабатывались. После выполнения

операции детали снимали со стержня, укладывали в ящик и отправляли в гальванический цех.



Фрезерование пакета заготовок на стержне

Решение проблемы гальванического цеха состояло в том, чтобы рабочие механического цеха не снимали заготовки со стержня, а в собранном виде отправляли в гальванический цех. И механический и гальванический цеха оказались в выгоде. Проблема исчезла.

ПРИМЕР № 2.

При изготовлении металлических цилиндрических емкостей на одном из заводов листовые заготовки шириной 2 метра разрезали в размер 1метр, затем изгибали их и сваривали. Все эти требования были зафиксированы в конструкторской и технологической документации.

Завод стабильно работал и выпускал продукцию. Но вот потребовалось увеличить количество выпускаемых изделий. Раскроечный и гибочный участки еще как-то справлялись с повышенным объемом работ, а вот сварочный участок стал тормозом. Не хватало площадей, не хватало сварочного оборудования. Как быть?

Завод лихорадило. Казалось бы, что можно изменить в нормальном, отлаженном техпроцессе? Но в результате анализа проблемы в прошлом выяснилось, что необходимость раскроя листа является ошибочной.

Несколько лет назад, во времена дефицита листового металла, предприятие получало от поставщиков листы только шириной 1метр. Этот размер и был заложен в чертежи. Предприятие давно уже получает металл шириной 2000 мм, и

именно этот размер и нужен для изготовления изделия. Но листы продолжали резать на две половинки, потому что так заложено в технологической документации, на которой стояли печати проектных институтов и подписи высокоответственных должностных лиц. Отказ от раскроя листов позволил заводу значительно сократить свои расходы и повысить качество продукции.

ПРИМЕР № 3.

На обогатительной фабрике, расположенной на Крайнем Севере, в главную мельницу все чаще и чаще стали попадать излишне крупные куски руды, так называемые негабариты. Останавливалась на ремонт мельница, останавливалась и фабрика. Убытки исчислялись миллионами рублей. Карьер, из которого поступала руда, не принимал никаких рекламаций от фабрики. Ужесточили контроль привозимой руды, установили перед мельницей ограничительные решетки. Но это не всегда помогало. Негабаритные кучки породы реже, но все же попадали в мельницу, и она снова останавливалась. Вся территория фабрики была завалена отбракованными кусками негабаритной руды. Руководство обогатительной фабрики уже подумывало о том, чтобы закупить новую более мощную мельницу, хотя по производительности имеющаяся мельница вполне устраивала. Решили обратиться в институт, чтобы разработать способ или какое-то устройство для раскалывания кусков породы, которые в большом количестве скопились на территории фабрики. На это были выделены достаточно большие деньги.

Анализ ситуации в прошлом показал, что негабаритные куски руды стали поступать на фабрику шесть месяцев назад. До этого никогда мельница не останавливалась по причине негабаритных кусков породы.

Что произошло полгода назад?

С большим трудом выяснилось, что полгода назад карьер получил министерский приказ об уменьшении расхода взрывчатки при подрыве породы. Приказ был выполнен, карьер уменьшил свои расходы на взрывчатку на несколько тысяч рублей в месяц. Фабрика за это же время потерпела убытков на десятки миллионов рублей. Когда причина выяснилась, проблема решилась всего одной бумажкой, которая пришла из

министерства, и на которой был приказ об отмене приказа об экономии взрывчатки.

ПАЙКА ВОЛНОЙ ПРИПОЯ.

(Из воспоминаний Королева В.А.)

Было это в конце 80-х годов, в Черкассах (Украина), где проводился очередной семинар по ТРИЗ для местных инженеров. На этом семинаре был солидно представлен персонал завода телеграфной аппаратуры (ныне - по слухам - развалившегося). Собственно, этот завод и был главным заказчиком семинара. И выпускал он, понятно, не очень телеграфную аппаратуру. Так вот: нас было трое – Иванов Г.И. (Ангарск), Киселёв Л.М. (Улан-Удэ) и ваш покорный слуга. Собрали мы, как водится, у слушателей семинара производственные задачи и поделили: кому что решать и кого выводить на решение. Среди прочих выпала мне такая задача.

Последнюю неделю каждого месяца весь личный состав инженеров и управленцев завода бросают на разбраковку печатных плат с уже припаянными радиоэлектронными элементами (в том числе и транзисторами). Разбраковка заключалась в отборе плат с плохо или совсем не припаянными этими самыми элементами. Работа визуальная и, соответственно, ручная. И вредная для глаз, потому как всё это дело очень мелкое. Все попытки как-то автоматизировать процесс разбраковки оказались безуспешными. А надо избавить инженеров от нетворческой работы, спасти их глаза и найти способ автоматического выявления непропаев. Как быть? Нам (мне, то есть) предложено было найти этот способ. Как говорится: "Прыгай здесь и сейчас!". К тому времени уже был накоплен определённый опыт, который практически убедил в правильности ТРИЗ. Во-первых, верить задачедателю в постановке задачи нельзя. И надо устранять причину возникновения недостатка (задачи), во-вторых. То есть, надо прежде определить, почему возникает непропай. Выясняется, что непропай есть следствие окисления покрытых оловом гнёзд в печатных платах, куда вставляются припаиваемые штырьки радиоэлектронных элементов. Более того, этот вид брака особо зловреден тем, что в начале месяца его практически не бывает, зато к концу идёт сплошным потоком. Загадочным образом эта закономерность не связана ни с процентом выполнения плана

(пайка осуществляется автоматически), ни с нетрезвостью рабочих (там работницы), ни с прочими привычными источниками брака. Связь была чисто временная. И что очень важно, претензий к принятой технологии пайки ("бегущая волна") не было: она гарантировала отличный результат, если только место пайки не было окислено. Ситуация явно пахла если не вредительством, то нечистой силой. С такими данными был завершён трудовой день и начался трудовой вечер.

Естественно было предположить, что чем дольше плата контактировала с воздухом, тем менее она была пригодна к пайке. Первое решение было совершенно очевидным: в цехе, где эти платы изготавливают, надо их сразу прятать в изолированную ёмкость с инертной средой. И (дело было, как уже говорилось, вечером, за чашкой крепкого - по-сибирски - чая) сразу начался полёт фантазии на тему способов изоляции от кислорода. Придумано было много чего интересного. К моему разочарованию, оказалось, что напрягался я зря. Утром следующего дня выяснилось, что завод сам именно этих плат (по которым ставилась задача) не делает. Их привозят из Германии запечатанными в вакумированную плёнку. Именно это обстоятельство (дороговизна импортных плат) и вынудило руководство завода поставить перед нами такую задачу. А совсем не забота о глазах инженеров. После секундного замешательства рецензент опомнился: раз платы уже изолированы от внешней среды, то проблему надо искать во временном зазоре между нарушением изоляции (иначе не пропаяешь) и собственно пайкой. Начальству (занятие почтили своим высоким присутствием заводские боссы) был задан вопрос: а что происходит с платами после того, как их привезли на завод? И начальство, в лице главного инженера, начало рассказывать. Мы, ещё не знающие конца истории, с удивлением наблюдали, как по непонятным для нас причинам по мере повествования рот у начальника разъезжался всё шире и шире. Переходя в нервный смех.

Оказывается, раз в месяц со склада в цех выписывают месячную норму плат. Само по себе это ни хорошо, ни плохо. Далее несколько человек (преимущественно всё те же злосчастные инженеры) готовят платы к подаче на конвейер. И

это тоже ни плохо, ни хорошо само по себе. Подготовка заключается в снятии с плат изоляции. И это терпимо. А вот что уже плохо, так это то, что изоляцию сдирают на весь месячный план вперёд. За один день. Естественно, что первые дни брака не бывает: платы-то чистенькие. Но с каждым часом, проведённым на воздухе, слой окиси на контактах постепенно нарастал. Соответственно нарастал и брак. И был он следствием организации процесса, разработанным этим главным инженером. Самым интересным в данной задаче был вовсе не очевидный производственный идиотизм (подобных примеров навидались за семинары предостаточно, хотя в данном случае был прямо-таки апофеоз). Самое интересное было видеть, как большой начальник под твоим управлением выходит на решение собственной задачи, над которой он страдал много лет и которую он сам же породил.

Королёв В.А.
Киев 24.10.2002 г.

ПРИМЕРЫ РАЗБОРА ЗАДАЧ ПО АЛГОРИТМУ
Часть 2
ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ

Шаг 2.5.

ПЕРЕДАЧА ПРОБЛЕМЫ НАДСИСТЕМЕ

Проверить возможность передачи проблемы элементам надсистемы, для которых решение этой проблемы является желанной и полезной.

ПРИМЕР №1. ОХЛАЖДЕНИЕ СБРОСНОЙ ВОДЫ

На многих промышленных предприятиях некоторые технологические аппараты требуют отвода тепла. Для этой цели нередко используют проточную воду из рек или озер. Однако возвращать в ту же речку или озеро нагретую воду нельзя, этого не допускают экологические нормы. Строить градирни или охлаждающие водоемы не позволяет территория. Как быть? Расположенный рядом тепличный комбинат с удовольствием занялся решением этой проблемы. Он провел к себе трубы и обогревал горячей водой свои теплицы. Затем охлажденная вода снова возвращалась на завод. Обе стороны довольны – завод сокращает расходы на использование речной или озерной воды, тепличный комбинат получает даровое тепло. В технологически развитых странах получили широкое распространение так называемые тепловые насосы. С их помощью низкопотенциальное тепло сбросных вод ТЭЦ и других промышленных предприятий утилизируется для отопления жилых домов.

ПРИМЕР №2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНИНА

При производстве целлюлозы возникает трудно утилизируемые отходы – лигнин. Сотни и тысячи тон этого вещества лежат на свалках и отравляют воздух. Кроме того, это вещество имеет свойство самовозгораться, и тогда в воздухе месяцами стоит густой дым. Как решить эту проблему?

Выяснили, что лигнин при достаточной прочности обладает и хорошими амортизирующими свойствами.

Предложили его дорожникам в качестве строительного материала. Первые же испытания показали, что дороги с применением лигнина меньше разрушаются, более долговечны и выдерживают более высокие нагрузки. Дорожники получили даровой строительный материал, целлюлозники решили свою проблему.

ПРИМЕР №3. ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЦЕХ

Механический завод изготовлял длинномерные изделия из прокатной стали. Трудность состояла в том, что заготовительный цех не справлялся с объемом работ. Несколько сотен длинномерных заготовок в сутки надо было подготовить из швеллера и другой прокатной стали. Отрезное оборудование не справлялось с этим объемом работ.

В соответствии с конструкторской документацией на изделие, длина заготовки из швеллера должна быть 5,75 метра. На завод поступал профиль длиной 6 метров. Приходилось отрезать лишние 0,25 метра. Это была малопроизводительная работа, которая занимала много времени и большие производственные площади.

Решение проблемы произошло так - договорились с прокатным заводом, который поставлял профиль, чтобы он резал швеллер длиной не 6 метров (как указано в ГОСТе), а 5,75 метра, как нужно заводу. Прокатный завод, не желая терять крупного заказчика и возможность увеличить прибыль, быстро перенастроил свое оборудование и стал выпускать прокат с нужной длиной. Проблема, которая на механическом заводе мучила всех много месяцев, исчезла.

ПРИМЕР №4. СБОР УРОЖАЯ

Многие фермеры испытывают трудности, когда наступает время сбора урожая. В этом случае они приглашают любых желающих помочь собрать им урожай, а за работу продают им, например, яблоки по значительно сниженной цене. Обе стороны довольны – у фермера не пропадает урожай, у сборщиков уменьшились финансовые расходы на покупку продуктов.

ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ПОЛЕЙ И ИХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ

В физике существуют четыре вида полей – электромагнитные, гравитационные, поля слабых и сильных взаимодействий. В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) это понятие условно расширено и включает в себя не только выше перечисленные поля, но и всевозможные «технические» - механическое, электрическое, тепловое, акустическое, гидравлическое, световое и другие. В инженерной практике (изобретательстве) это позволяет более удобно анализировать происходящие события в оперативной зоне, применять вепольный анализ и находить решения. Будем считать за поле всякое явление, которое связано с выделением, поглощением, накоплением или транспортировкой, какой либо энергии.

С этих позиций можно выделить следующие поля и их разновидности:

МЕХАНИЧЕСКИЕ – Давление, движение, инерция, удар, вибрация и другие

ТЕПЛОВЫЕ – Нагрев (переход вещества в иное агрегатное состояние) охлаждение, (переход вещества в иное агрегатное состояние)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ - Постоянное, переменное, электростатическое,

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ – Естественные, искусственные, постоянные, переменные и другие.

МАГНИТНЫЕ - Постоянное, переменное, импульсное и другие.

ХИМИЧЕСКИЕ – Ассоциация, диссоциация, окисление, восстановление, растворение и другие.

АКУСТИЧЕСКИЕ – Звук, инфразвук, ультразвук и другие.

СВЕТОВЫЕ – Видимые лучи, невидимые лучи ультрафиолетовые, инфракрасные), космические, лазерные и др.

ТЕПЛОВЫЕ ЛУЧИ - Инфракрасные и другие.

РАДИАЦИОННЫЕ - Излучения альфа, бета, гамма и другие.

ПОЛЕ СМАЧИВАНИЯ

ПОЛЕ АДГЕЗИИ
АРХИМЕДОВА СИЛА ВЫТАЛКИВАНИЯ
ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
ГАЗОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ (СТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ
ГАЗА)
ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ

Каждая разновидность приведенных полей имеет свои подвиды. Данный перечень полей применяемых в изобретательской практике, вероятно, еще необходимо дорабатывать и уточнять.

ВИДЫ ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ

Под вещественно – полевыми ресурсами понимаются вещества и поля, применяемые для решения задачи. Все ресурсы можно подразделять:

ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ

- Внутрисистемные
- Внешнесистемные
- Надсистемные

ПО ВИДУ

- Вещественные
- Энергетические
- Информационные
- Пространственные
- Временные
- Функциональные

ПО СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ К ПРИМЕНЕНИЮ

- Готовые
- Производные

ПО СТЕПЕНИ ПОЛЕЗНОСТИ

- Полезные
- Нейтральные
- Вредный.

ПО СТОИМОСТИ

- Ценные
- Копеечные
- Даровые.

Наиболее оптимальные и приближенные к идеальному решению возникают, если использованы вещества и поля **ВНУТРИСИСТЕМНЫЕ, ГОТОВЫЕ К ПРИМЕНЕНИЮ, ВРЕДНЫЕ** или **НЕЙТРАЛЬНЫЕ**, а по стоимости **ДАРОВЫЕ**.

**ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ**
(Приемы устранения технических противоречий
разработаны автором ТРИЗ Г.С. Альтшуллером)

1. ДРОБЛЕНИЕ:

- а) разделить объект на независимые части;
- б) выполнить объект разборным;
- в) увеличить степень дробления объекта.

2. ВЫНЕСЕНИЕ:

отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть или нужное свойство.

3. МЕСТНОЕ КАЧЕСТВО:

- а) перейти от однородной структуры объекта или внешней среды (внешнего воздействия) к неоднородной;
- б) разные части объекта должны выполнять различные функции;
- в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы.

4. АСИММЕТРИЯ:

- а) перейти от симметрической формы объекта к асимметрической;
- б) если объект уже асимметричен, увеличить степень асимметрии.

5. ОБЪЕДИНЕНИЕ:

- а) соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
- б) объединить во времени однородные или смежные операции.

6. УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ:

объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

7. «МАТРЕШКА»:

- а) один объект размещен внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.;
- б) один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

8. АНТИВЕС:

- а) компенсировать вес объекта соединением с другим объектом, обладающим подъемной силой;
- б) компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (преимущественно за счет аэро- и гидродинамических сил).

9. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ АНТИДЕЙСТВИЕ:

если по условиям задачи необходимо совершать какое-то действие, надо заранее совершить антидействие.

10. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ:

- а) заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);
- б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

11. ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННАЯ ПОДУШКА:

компенсировать относительно невысокую надежность объекта аварийными средствами.

12. ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТЬ:

изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

13. НАОБОРОТ:

- а) вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;
- б) сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную — движущейся;
- в) повернуть объект вверх ногами, вывернуть его.

14. СФЕРОИДАЛЬНОСТЬ:

- а) перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям;

- б) использовать ролики, шарики, спирали;
- в) перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу.

15. ДИНАМИЧНОСТЬ:

- а) характеристики объема (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы;
- б) разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга;
- в) если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным.

16. ЧАСТИЧНОЕ ИЛИ ИЗБЫТОЧНОЕ ДЕЙСТВИЕ:

если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше, задача при этом может существенно упроститься.

17. ПЕРЕХОД В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ:

- а) трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух-трех измерениях;
- б) использовать многоэтажную компоновку объектов вместо одноэтажной;
- в) наклонять объект или положить его набок;
- г) использовать обратную сторону данной площади;
- д) использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или на обратную сторону имеющейся площади.

Прием 17а можно объединить с приемами 7 или 15в. Получается цепь, характеризующая общую тенденцию развития технических систем: от точки к линии, затем к плоскости, потом к объему и, наконец, к совмещению многих объектов.

18. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ:

- а) привести объект в колебательное движение;
- б) если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвукового);
- в) использовать резонансную частоту;
- г) применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы;
- д) использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

19. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ:

- а) перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному);
- б) если действие уже осуществляется периодически, изменить периодичность;
- в) использовать паузы между импульсами.

20. НЕПРЕРЫВНОСТЬ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ:

- а) вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой);
- б) устранить холостые и промежуточные ходы.

21. ПРОСКОК:

вести процесс или отдельные его части (например, вредные или опасные) на большой скорости.

22. ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ:

- а) использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта;
- б) устранить вредный фактор за счет сложения с другими вредными факторами;
- в) усилить вредный фактор, чтобы он перестал быть вредным.

23. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ:

- а) ввести обратную связь;
- б) если обратная связь есть, изменить ее.

24. ПОСРЕДНИК:

- а) использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие;
- б) на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.

25. САМООБСЛУЖИВАНИЕ:

- а) объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции;
- б) использовать отходы (энергии, вещества).

26. КОПИРОВАНИЕ:

- а) вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые

копии;

б) заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями), использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии);

в) если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.

27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ:

заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).

28. ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ:

а) заменить механическую схему оптической, акустической или запаховой;

б) использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;

в) перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;

г) использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

29. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМО - И ГИДРОКОНСТРУКЦИЙ:

вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые воздушные подушки, гидростатические и гидроактивные.

30. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК:

а) вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки;

б) изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

31. ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:

а) выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия в т. д.);

б) если объект уже выполнен пористым, заполнить поры каким-то веществом.

32. ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ:

- а) изменить окраску объекта или внешней среды;
- б) изменить степень прозрачности объекта или внешней среды;
- в) для наблюдений за плохо видимым объектом или процессами использовать красящие добавки;
- г) если такие добавки уже применяются, использовать люминофоры.

33. ОДНОРОДНОСТЬ:

объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам).

34. ОТБРОС И РЕГЕНЕРАЦИЯ ЧАСТЕЙ:

- а) выполнившая свое назначение и ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т. д.) или видоизменена непосредственно в ходе работы;
- б) расходующиеся части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

35. ИЗМЕНЕНИЕ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА:

сюда входят не только простые переходы, например, от твердого состояния к жидкому, но и переходы к «псевдосостояниям» (к «псевдожидкостям») и промежуточным состояниям, например, использование эластичных твердых тел.

36. ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ:

использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например изменение объема, выделение или потребление тепла и т. д.

37. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ:

- а) использовать тепловое расширение (или сжатие) материалов;
- б) использовать несколько материалов с разными коэффициентами теплового расширения.

38. ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ:

- а) заменить обычный воздух обогащенным;
- б) заменить обогащенный воздух кислородом;
- в) воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями;
- г) использовать озонированный кислород;

д) заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

39. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ:

а) заменить общую среду инертной;

б) вести процесс в вакууме. Этот прием можно считать антиподом предыдущего.

40. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ:

перейти от однородных материалов к композитным.

ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ и НЕКОТОРЫЕ СТАНДАРТЫ

**(Вепольный анализ и стандарты разработаны автором
ТРИЗ Г.С. Альтшуллером)**

Известно, что ни одно событие в материальном мире не происходит без участия вещества и энергии (поля). Взаимодействие этих двух составляющих и определяет все многообразие мира. Знание этих процессов является необходимым при решении любой инженерной задачи. Но знать и помнить тысячи видов взаимодействий между полями и веществами, находящимися в оперативной зоне, а также миллионы их модификаций, задача невыполнимая даже для суперкомпьютера. Нужны какие-то общие принципы и блочные понятия, объединяющие разрозненные явления и позволяющие работать с ними, не опасаясь запутаться в них. Собственно, так делается в любой науке, когда количество информации начинает превышать возможности человека.

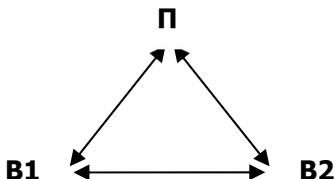
В ТРИЗ так же появился свой формальный язык – вепольный анализ¹, который позволяет свернуть тысячи взаимодействий веществ и полей в несколько понятий и тем самым значительно упростить работу изобретателя. Это еще пока еще не совершенный и не окончательно отработанный инструмент, но он все же является весьма эффективным.

Основной смысл вепольного анализа – смоделировать взаимодействие имеющихся в оперативной зоне веществ и полей.

Вепольная модель всегда содержит два вещества – **В1** и **В2**, полезно или вредно взаимодействующие между собой и какое либо поле – **П** .

¹ Слово «веполь» образовано от слов «вещество» и «поле»

Графически такой веполь выглядит так:



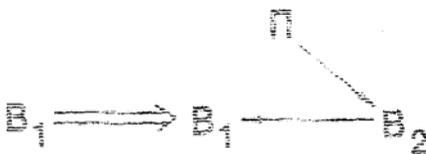
Изучая оперативную зону задачи, необходимо выяснить, есть ли в ней полный веполь. Если не хватает вещества, его нужно ввести, если не хватает поля, его тоже нужно ввести. Этот процесс называется достройкой или синтезом веполя.

Если есть полный веполь, но он не эффективный, его следует развить, вводя новые вещества или поля, или видоизменить, преобразуя имеющиеся вещества в другие, Если имеющийся веполь «вредный», т. е. сам порождает нежелательное явление, его надо разрушить или заменить новым.

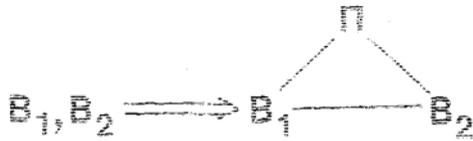
Для всех этих операций разработаны свои стандартные действия, так называемые стандарты².

Приведем некоторые из них.

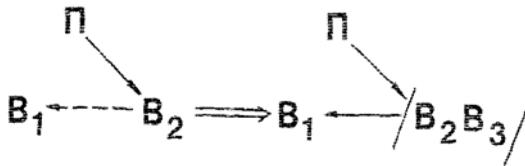
- Если дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя в него недостающие элементы.



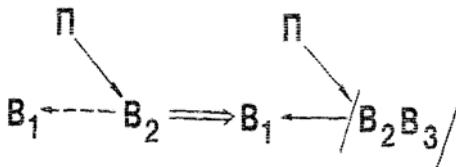
² Вепольный анализ и основанные на нем стандарты разработаны автором теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Альшуллером Г.С., развиты и дополнены Петровым В.М. Смотрите сборник «Нить в лабиринте» Издательство «Карелия» г. Петрозаводск 1988, а так же <http://triz-summit.ru>



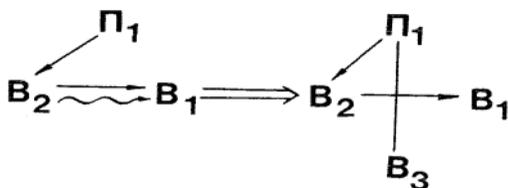
- Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение добавок в имеющиеся вещества, задачу решают переходом (постоянным или временным) к внутреннему комплексному веполю, вводи в V_1 или V_2 добавки, увеличивающие управляемость или придающие веполю нужные свойства:



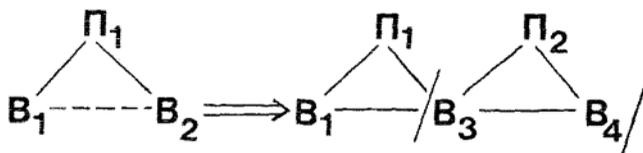
- Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение в него или присоединение к нему веществ, задачу решают достройкой веполя, используя в качестве вводимого вещества имеющуюся внешнюю среду.



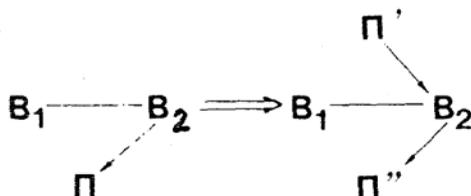
- Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные — полезное и вредное — действия (причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно), задачу решают введением между двумя веществами постороннего третьего вещества- V_3 , дарового или достаточно дешевого. При этом желательно, чтобы вещество V_3 было получено путем использования видоизмененного V_2 или V_1 .



- Если нужно повысить эффективность вепольной системы, задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполь и образованием цепного веполя:



- В измерительных веполях, связанных с обнаружением или измерением, задачу решают, достраивая простой или двойной веполь так, чтобы поле было на входе и на выходе. При этом желательно, чтобы выходящее поле, несущее информацию, было взято из имеющихся, в прямом или в измененном виде.



В измерительных задачах если дан веполь с полем П1, а на выходе нужно иметь П2, то название нужного физического эффекта можно получить соединяя название полей П1 и П2. Например, если на входе имеется тепловое поле, а на выходе желательно иметь электрическое, то применяются термоэлектрические эффекты. Так же рекомендуется переводить любую задачу на измерение в задачу на изменение, чтобы вообще отпала необходимость измерять.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ИНЕРЦИИ МЫШЛЕНИЯ³

Одним из эффективных методов снижения психологической инерции мышления является метод моделирования «маленькими человечками» - ММЧ. С помощью этого метода легче представить себе модель системы или процесса. Замена элементов, находящихся в зоне возникновения задачи, живыми существами раскрепощает мышление, делает его более свободным и дает возможность, хотя бы мысленно, совершать самые фантастические действия. Интуитивно этот метод использовался многими исследователями и учеными.

Максвелл, строя свой эксперимент при разработке, динамической теории газов, мысленно поместил в сообщавшиеся между собой сосуды с газами демонов. Эти демоны открывали дверцу для горячих быстрых частиц газа и закрывали ее перед охлажденными, медленными.

Кекуле увидел структурную формулу бензола в виде кольца, образованного из группы обезьян, которые ухватились друг за друга. Выдающийся российский конструктор авиационных двигателей Микулин вспоминал: «Однажды я слушал оперу «Пиковая дама». Когда Герман поднял пистолет, я вдруг увидел в изгибе руки с пистолетом вал с компрессором, а дальше ясно: то, что искал – радиатор. Я тут же выскочил из ложи и набросал на программке схему...»

Образный стиль мышления присущ всем людям творческих профессий. Но не всякий образ эффективен. Например, простое графическое изображение детали тоже наглядно, но есть в нем недостаток — оно привязывает нас к прототипу. Маленькие человечки не напоминают нам что-либо известное, но зато показывают картину в полном объеме, и потому мы свободны в своей мыслительной деятельности. Для некоторых процесс рисования маленьких человечков может показаться слишком

³ Рассматриваемые методы снижения психологической инерции мышления разработаны автором Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) – Альтшуллером Г.С.

детским, несерьезным, ненаучным. Такое мнение ошибочно. Метод воздействует на самые глубинные и сокровенные процессы мышления, вызывая яркие образы и ассоциации, уводя от стереотипов и привычных действий.

Когда применяют метод моделирования маленькими человечками?

Метод применяют тогда когда возникают трудности при реализации выбранного принципа разрешения физического противоречия.

С чего начинать, применяя метод моделирования маленькими человечками?

Первое: выявить оперативную зону задачи, т. е. место, где возникло физическое противоречие.

Второе: выявить элемент, который испытывает противоречивые требования по своему физическому состоянию, когда к нему предъявляются требования идеальности.

Третье: Запустить в этот элемент маленьких человечков или изобразить его в виде толпы маленьких человечков. Должно быть два рисунка – исходное состояние и требуемое. Рисуя человечков, не жалейте карандаш и время. Человечков должно быть много, и помните, что они могут делать все(!), даже самое фантастическое, самое невероятное. Для них нет невозможного, нет запретов, они всемогущи и выполняют любое ваше желание. Не надо пока думать, **КАК** они это сделают, важно выяснить, **ЧТО** они должны делать. Позже, в соответствии с вашими знаниями, вы найдете способ, как достичь то, что показали человечки. Чаще всего приходится изменять прилегающие к оперативной зоне элементы, но вы уже знаете, как делать, потому что вам в этом помогли маленькие человечки.

Теперь посмотрим работу маленьких человечков на небольшом примере.

Работникам жилищно-коммунального хозяйства в осенне-весенние периоды прибавляется работа по ремонту водосточных труб. Дело в том, что в эти периоды в верхней части водосточных труб скапливается снег, который, многократно оттаивая и замерзая, превращается в ледяные пробки. При очередном потеплении эта ледяная пробка подтаяв, бомбой падает вниз по трубе, ломая и сокрушая ее. Вероятно, вы и сами не раз видели оборванные концы водосточных труб.

Находим оперативную зону, то есть начало возникновения проблемы – верхняя часть трубы. Находим элемент являющийся причиной проблемы – ледяная пробка.

Составляем ИКР - Ледяная пробка сама не падает вниз, пока не растает полностью. Это возможно если лед будет удерживаться за стенки трубы. но в этом случае ему нельзя.., таять.

Возникло физическое противоречие: - лед должен таять и не должен таять... Как быть?



Запускаем в ледяную пробку, как на поле боя, маленьких человечков.

Их много, они сцепились друг с другом и изо всех сил стараются удержать пробку, не давая ей упасть до той поры, пока она не растает полностью.

Восьмиклассники, которые «рисовали» эту задачу и любовались на человечков, воскликнули: - «Нужно заменить человечков цепью или, еще проще, проволокой. На этой проволоке ледяная пробка и будет держаться, пока не растает полностью!»

Все, задача решена! И, кажется, неплохо. Внедрение этого решения в жизнь не составит больших трудностей. По стоимости

оно равно стоимости двух метров проволоки. Найденное ребятами решение следовало бы оформить заявкой на изобретение. Но патентный поиск подтвердил лишь правоту Станислава Лема, который сказал: «Вселенная так велика, что в ней нет ничего такого, чего бы не было». Действительно, всего на год раньше взрослыми изобретателями, работающими в НИИ коммунального хозяйства, было предложено аналогичное решение. Но даже в этом случае стоило поблагодарить маленьких человечков за большую подсказку.

**КРАТКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ**

Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, способ
Измерение температуры.	Тепловое расширение и вызванное им изменение собственной частоты колебаний
	Термоэлектрические явления.
	Спектр излучения.
	Изменение оптических, электрических, магнитных свойств веществ.
	Переход через точку Кюри.
	Эффекты Гопкинса и Баркгаузена.
Понижение температуры.	Фазовые переходы.
	Эффект Джоуля — Томсона
	Эффект Ранка.
	Термоэлектрические явления.
Повышение температуры.	Электромагнитная индукция.
	Вихревые токи. Поверхностный эффект.
	Диэлектрический нагрев.
	Электронный нагрев.
	Электрические разряды.
	Поглощение излучения веществом.
	Термоэлектрические явления.
Стабилизация температуры.	Фазовые переходы (в том числе переход через точку Кюри).

Индикация положения и перемещения объекта	Введение меток — веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики) и потому легко обнаруживаемых.
	Отражение и испускание света.
	Фотоэффект.
	Деформация.
	Рентгеновское и радиоактивное излучение.
	Люминесценция.
	Изменение электрических и магнитных полей.
	Электрические разряды.
	Эффект Доплера.
Управление перемещением объектов.	Действие магнитным полем на объект или на ферромагнетик, соединенный с объектом.
	Действие электрическим полем на заряженный объект.
	Передача давления жидкостями и газами.
	Механические колебания.
	Центробежные силы.
	Тепловое расширение.
	Световое давление.
Управление движением жидкости и газа.	Капиллярность.
	Осмоз
	Эффект Томса.
	Эффект Бернулли.
	Волновое движение.
	Центробежные силы.
	Эффект Вайссенберга.

Управление потоками аэрозолей, (пыль дым, туман).	Электризация.
	Электрические магнитные поля.
	Давление света.
Перемешивание смесей.	Ультразвук.
	Гравитация.
	Диффузия.
Образование растворов.	Электрические поля.
	Магнитное поле в сочетании с ферромагнитным веществом.
	Электрофорез.
	Солюбилизация
Разделение смесей.	Электро- и магнитосепарация.
	Изменение кажущейся плотности жидкости-разделителя под действием электрических и магнитных полей.
	Центробежные силы.
	Сорбция.
	Диффузия.
	Осмос.
Стабилизация положения объекта	Электрические и магнитные поля.
	Фиксация в жидкостях, твердеющих в магнитном и электрическом полях.
	Гироскопический эффект.
	Реактивное движение.
Силовое воздействие.	Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество.

Регулирование сил. Создание больших давлений	Фазовые переходы.
	Тепловое расширение.
	Центробежные силы.
	Изменение гидростатических сил путем изменения кажущейся плотности магнитной или электропроводной жидкости в магнитном поле.
	Применение взрывчатых веществ.
	Электрогидравлический эффект.
	Опτικο-гидравлический эффект.
	Осмос.
Изменение трения.	Эффект Джонсона — Рабека.
	Воздействие излучений.
	Явление Крагельского.
	Колебания.
Разрушение объекта.	Электрические разряды.
	Электрогидравлический эффект.
	Резонанс.
	Ультразвук.
	Индукцированное излучение.
	Кавитация.
Аккумуляция механической и тепловой энергии.	Упругие деформации.
	Гигроскопический эффект.
	Фазовые переходы.
Передача энергии: механической, тепловой, лучистой, электрической.	Деформация.
	Колебания.

	Эффект Александра.
	Волновое движение, в том числе ударные волны.
	Излучения.
	Теплопроводность.
	Конвекция.
	Явление отражения света (световоды).
	Индукцированное излучение.
	Электромагнитная индукция.
	Сверхпроводимость
Установление взаимодействия между подвижным (меняющимся) и неподвижным (неменяющимся) объектами	Использование электромагнитных полей (переход от «вещественных» связей к «полевым»).
Измерение размеров объекта.	Измерение собственной частоты колебаний.
	Нанесение и считывание магнитных и электрических меток.
Изменение размеров объекта.	Тепловое расширение.
	Деформация.
	Магнитоэлектрострикция.
	Пьезоэлектрический эффект.
Контроль состояния и свойств поверхности.	Электрические разряды.
	Отражение света.
	Электронная эмиссия
	Муаровый эффект.
	Излучения.

Изменение поверхностных свойств.	Трение. Абсорбция.
	Диффузия.
	Эффект Баушингера.
	Электрические заряды.
	Механические и акустические колебания.
	Ультрафиолетовое излучение.
Контроль состояния и свойств в объеме.	Введение «меток» — веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики), зависящие от состояния и свойств исследуемого вещества.
	Изменение удельного электрического сопротивления в зависимости от изменения структуры и свойств объекта.
	Взаимодействие со светом.
	Электрические явления
	Магнитооптические явления.
	Поляризованный свет.
	Рентгеновские и радиоактивные излучения
	Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонансы.
	Магнитоупругий эффект.
	Переход через точку Кюри.
	Эффекты Гопкинса и Баркгаузена.
	Измерение собственной частоты колебаний объекта.
	Ультразвук.
	Эффект Мессбауэра.
	Эффект Холла.
Изменение объемных свойств объекта.	Изменение свойств жидкости (кажущейся плотности)
	Тепловое воздействие.

	Фазовые переходы
	Ионизация под действием электрического поля.
	Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения.
	Деформация.
	Диффузия.
	Электрические эффекты
	Эффект Бауты.
	Кавитация.
	Фотохромный эффект
	Внутренний фотоэффект.
Создание заданной структуры. Стабилизация структуры объекта	Интерференция волн. Стоячие волны.
	Муаровый эффект.
	Магнитные поля.
	Фазовые переходы.
	Механические и акустические колебания.
	Кавитация.
Индикация электрических и магнитных полей.	Осмос.
	Электризация тел.
	Электрические заряды
	Пьезо- и сегнетоэлектрические эффекты.
	Электронная эмиссия.
	Электрооптические явления.
	Эффекты Гопкинса и Баркгаузена.
	Эффект Холла. Ядерный магнитный резонанс.
	Гидромагнитные и магнитооптические явления.
Индикация излучения.	Оптико-акустический эффект.

	Тепловое расширение.
	Фотоэффект.
	Люминесценция.
	Фотопластический эффект.
Генерация электромагнитного излучения.	Эффект Джозефсона.
	Явление индуцированного излучения.
	Тоннельный эффект.
	Люминесценция
Управление электромагнитными полями.	Изменение электрических свойств среды, например увеличение или уменьшение ее электропроводности.
	Изменение формы поверхностей тел, взаимодействующих с полями
Управление полями света. Модуляция света.	Преломление и отражение света.
	Электро- и магнитооптические явления.
	Фотоупругость
	Эффекты Керра и Фарадея.
	Эффект Ганна.
	Эффект Франца — Келдыша.
Унифицирование и интенсификация химических превращений.	Ультразвук.
	Кавитация.
	Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения
	Электрические разряды.
	Ударные волны.
	Мицеллярный катализ.

**ПРИМЕНЕНИЕ
АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ
ПРОБЛЕМ АРИП-2009ПТ
Разбор учебной задачи**

«ОЧИСТКА ПРИЧАЛЬНОЙ СТЕНКИ ОТО ЛЬДА»

**ЧАСТЬ 1.
ПЕРВИЧНОЕ ОПИСАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ
ФОРМУЛЫ ПРОБЛЕМЫ**

Цель: Проверить достаточность информации по проблеме.

Шаг 1.1. Первичное описание

Составить в свободном изложении описание проблемы, используя основные категории физического мира – СОБЫТИЕ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ и ВЗАИМОСВЯЗЬ. В описании должна быть точная и достоверная информация о том,

**что происходит, где происходит,
когда происходит, почему происходит.**

В зимнее причальная бетонная стенка судоремонтного завода покрывается толстым слоем льда, который затрудняет, а порой делает невозможным причаливание мелких судов - катеров, лодок, яхт.

Наросший на причальной стенке лед представляет опасность и для больших судов, особенно при их неудачном или неосторожном причаливании. Если летом в этой ситуации удар борта амортизируется резиновыми баллонами, висящими на стене, то зимой эти баллоны оказываются замороженными в лед и не работают. По твердости и жесткости лед соизмерим с бетоном, поэтому повреждения бортов кораблей могут быть значительными. Для устранения вышеуказанного недостатка лед регулярно скалывают с причальной стенки. Эта трудная и опасная работа производится вручную с помощью ломов и багров. Были попытки механизировать скалывание льда, используя дисковые фрезы, пневмо- и гидромолоты, а также другие мощные ударные устройства. Но их применение

оказалось неэффективным и приводило к значительным повреждениям самой причальной стенки. Что делать?



Шаг 1.2. Функция системы

Определить назначение (физическую функцию) системы, в которой возникли недостатки. Записать: «СИСТЕМА ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ... (указать физическую (!) функцию рассматриваемой системы)».

Система предназначена для причаливания судна.

Шаг 1.3. Формула проблемы

Составить в виде одного предложения словесную формулу (матрицу) проблемы. В этом предложении должны быть ответы на вопросы: «ЧТО происходит?», «КОГДА происходит?», «ГДЕ происходит?», «ПОЧЕМУ происходит?».

ПОСТРОЕНИЕ СЛОВЕСНОЙ ФОРМУЛЫ:

«В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ... (указывается функция из шага 1.2), ВО ВРЕМЯ... (указывается конкретная

технологическая операция или физический процесс) В или НА... (указывается место, конкретный узел, деталь) ПРОИСХОДИТ... (указывается Нежелательное Явление)».

В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ причаливания судна, ВО ВРЕМЯ охлаждения воздуха НА причальной стенке ПРОИСХОДИТ намораживание льда.

УТОЧНЕННАЯ ФОРМУЛА В СООТВЕТСТВИИ С ШАГОМ 3.6:
В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ причаливания судна, ВО ВРЕМЯ прикосновения капли к стенке ПРОИСХОДИТ замерзание воды.



ЧАСТЬ 2. **ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ И** **САМОУСТРАНЕНИЕ**

Цель: Определить необходимость решения проблемы.

Все шаги по данной части показали необходимость решения проблемы.

ЧАСТЬ 3.

УТОЧНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Цель: Выявить первопричину возникновения проблемы.

Шаг 3.1. Определение нежелательного явления

Определить Нежелательное Явление (Н.Я.), используя для этого всего два или три слова, в число которых входят глагол и существительное.

Н.Я. – Намораживание льда или Замерзание воды

Шаг 3.2. Определение оперативной зоны

Определить Оперативную Зону (ОЗ), то есть найти в системе конкретное физическое место (узел, деталь, элемент), где впервые начинает возникать Нежелательное Явление.

О.З. – Поверхность причальной стенки

Шаг 3.3. Определение нежелательного элемента

Определить Нежелательный Элемент (Н.Э.), то есть тот элемент, который является причиной возникновения Нежелательного Явления или допускает его.

Н.Э. – Причальная стенка

***Пояснение.** Причальная стенка является Нежелательным элементом потому, что она отнимает тепло у капли воды, которая превращается в лед.*

Шаг 3.4. Определение оперативного времени

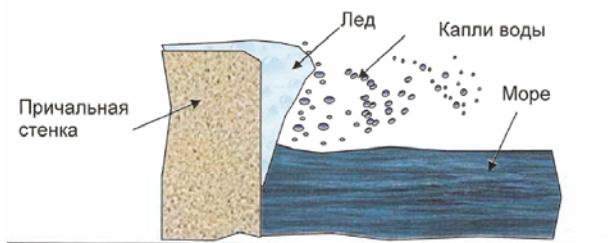
Определить Оперативное Время (ОВ), то есть найти ту технологическую операцию или тот физический процесс, в момент выполнения которых возникает Нежелательное Явление.

О.В. – Момент прикосновения капли к причальной стенке

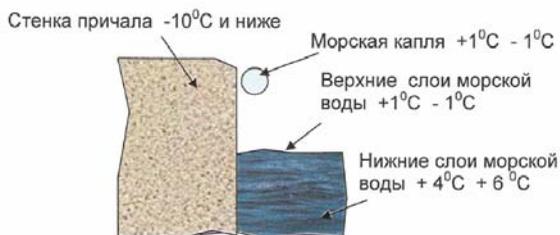
Шаг 3.5. Рисунок оперативной зоны

Подробно (!), с указанием всех имеющихся элементов и в максимально крупном масштабе, изобразить на рисунке Оперативную Зону (шаг 3.2), Нежелательное Явление (шаг 3.1), которое происходит в Оперативное Время (шаг 3.4.) и Нежелательный элемент (шаг 3.3.).

Для качественного выполнения рисунка необходимо внимательно изучить и проанализировать все происходящие физико-химические процессы в оперативной зоне и в оперативное время.



УТОЧНЕННАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА В ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЕ



Пояснения. Морская соленая вода замерзает при температуре $-2 - 4^{\circ}\text{C}$. Зимой глубокие слои воды в море всегда имеют температуру $+4^{\circ}\text{C} + 6^{\circ}\text{C}$

Шаг 3.6. Уточнение формулы проблемы

Используя информацию, полученную в шагах 3.1-3.5, составить уточненную формулу (матрицу) проблемы по следующей схеме: В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ... (из шага 1.2 указывается функция), ВО ВРЕМЯ... (из шага 3.4 указывается технологическая операция или физический процесс) В или НА... (из шага 3.2 указывается место) ПРОИСХОДИТ... (из шага 3.1 указывается нежелательное явление).

В СИСТЕМЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ причаливания судна, ВО ВРЕМЯ прикосновения капли к стене НА ее поверхности ПРОИСХОДИТ замерзание воды.

Сравнить варианты формул, полученных в шаге 1.3 и в шаге 3.6. Оставить тот вариант, который в наибольшей степени соответствует действительности.

Для дальнейшего использования принимается формула по варианту, полученному в данном шаге.

ЧАСТЬ 4.

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ.

Цель: Выявить ресурсы для решения проблемы.

Шаг 4.1. Ресурсы в оперативной зоне

Используя рисунок (шаг 3.5), определить и записать **вещества и поля**, имеющиеся в оперативной зоне (шаг 3.2) в оперативное время (шаг 3.4).

- **ПРИЧАЛЬНАЯ СТЕНКА** с полем гравитации и отрицательной температурой.
- **ВОЗДУХ** с атмосферным давлением, динамическим давлением и отрицательным тепловым полем.
- **КАПЛЯ ВОДЫ** с отрицательным тепловым полем.

Шаг 4.2. Прилегающие ресурсы

Определить и записать **вещества и поля**, имеющиеся в зоне, прилегающей к оперативной (шаг 3.2), и в оперативное время (шаг 3.4).

- **МОРСКАЯ ВОДА – верхние слои**, с механическим полем и с отрицательным тепловым полем.
- **МОРСКАЯ ВОДА – нижние слои**, с гидростатическим давлением и положительным тепловым полем.
- **СЛИВНАЯ ТРУБА с отходами горячей воды** (+45...+50°C) от компрессорной станции.
- **ВОЗДУХ** с атмосферным давлением, динамическим давлением и отрицательным тепловым полем.

***Пояснение.** Сливная труба была обнаружена после детального рассмотрения по чертежам конструкции причальной стенки.*

Шаг 4.3. Ресурсы надсистемы

Определить и записать **вещества и поля** ближайших надсистем, имеющиеся в течение оперативного времени (шаг 3.4) и до оперативного времени.

- **КОМПРЕСОРНАЯ СТАНЦИЯ**
- **СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД**

Шаг 4.4. Таблица ресурсов

Используя данные, полученные в шагах 4.1, 4.2 и 4.3, составить и заполнить Таблицу Ресурсов с указанием следующих данных:

- ВИД РЕСУРСА – Вредный, Нейтральный, Полезный.
- КОЛИЧЕСТВО РЕСУРСА – Незначительное, Значительное, Избыточное.
- ВИД ПОЛЯ (энергии) У РЕСУРСА – Механическое, Акустическое, Тепловое и др.
(список полей и их разновидностей см. в приложении 8).
- ВРЕМЯ ПРИСУТСТВИЯ РЕСУРСА – Всегда или не всегда присутствует в Оперативное Время.
- СТЕПЕНЬ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ РЕСУРСА – Большая, Средняя, Малая.

Примечание 7⁴. В таблице на первое место всегда ставится Нежелательный Элемент (см. шаг 3.3), затем заносятся Вредные, Нейтральные и в последнюю очередь Полезные ресурсы.

Вредные ресурсы – это вещества и поля, порождающие Нежелательное Явление (шаг 3.1).

Нейтральные ресурсы – это вещества и поля, не участвующие в технологическом процессе.

Полезные ресурсы – это вещества и поля, обеспечивающие выполнение технологического процесса.

⁴ Номера примечаний в примере соответствуют их номерам в приведенном выше алгоритме АРИП-2009ПТ. Здесь примечания использованы выборочно.

Таблица ресурсов

№	Наименование ресурса - вещественного или полевого	Вид ресурса	Количество ресурса	Вид поля у вещества и свойства вещества	Время присутствия ресурса	Степень энергонасыщенности
Ресурсы, имеющиеся в оперативной зоне						
1	Причальная стенка	Вредн.	Избыточн.	Вес, мех. напряж. -t, бетон.	Всегда	Большая
2	Капля воды	Нейтр.	Незначит.	Тепловое	Всегда	Малая
3	Воздух	Нейтр.	Избыточн.	Атм.давл.	Всегда	Средняя
Ресурсы, прилегающие к оперативной зоне						
1	Верхние слои морской воды	Вредн.	Значит.	Динамич. давл., -t	Всегда	Малая
2	Нижние слои морской воды	Вредн.	Избыточн.	Стат.давл., t=+4°C	Всегда	Средняя
3	Вода из сливных труб	Нейтр.	Достаточн.	t=+45°C, давление	Всегда	Большая
Ресурсы ближайших надсистем						
1	Копрессорная	Полезн.	Значит.	Различные	Всегда	Большая
2	Завод	Полезн.	Значит.	Различные	Всегда	Большая
3	Корабль	Нейтр.	Значит.	Различные	Не всегда	Большая

Шаг 4.5. Выбор приоритетных ресурсов

Выбрать из таблицы №1 приоритетные ресурсы и составить их список. Приоритетность ресурса определяется:

- **ПО ВИДУ** – Приоритет имеет вредный, затем нейтральный и полезный ресурс.
- **ПО ВРЕМЕНИ ПРИСУТСТВИЯ** – Приоритет имеет ресурс, постоянно присутствующий в Оперативной Зоне в Оперативное Время.
- **ПО ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ** – Приоритет имеет ресурс, обладающий наибольшей энергией.
- **ПО КОЛИЧЕСТВУ** – Приоритет имеет избыточный, затем достаточный и последним незначительный ресурс.
- **ПО ВИДУ ПОЛЯ** – Приоритет имеет поле Нежелательного Элемента, затем остальные поля.

Вначале ресурсы ранжируются по виду, затем по времени присутствия в оперативной зоне, затем по энергонасыщенности, количеству и виду поля.

Примечание 9. В случае малой энергонасыщенности Нежелательного элемента приоритет получает вредный или нейтральный ресурс, прилегающий к оперативной зоне и имеющий наиболее высокую энергонасыщенность. Из каждой зоны могут быть выбраны два и более приоритетных ресурса.

СПИСОК ОТОБРАННЫХ ПРИОРИТЕТНЫХ РЕСУРСОВ:

РЕСУРСЫ ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЫ:

№1 Причальная стенка: бетон, вес.

РЕСУРСЫ ПРИМЫКАЮЩЕЙ ЗОНЫ:

№2 Нижние слои морской воды с положительной температурой +4...+6°C.

№3 Вода из сливной трубы с положительной температурой +45...+50°C.

РЕСУРСЫ НАДСИСТЕМЫ:

Ресурсы надсистемы будут использованы, если ресурсы, взятые из оперативной и прилегающей зоны, не дадут положительных результатов.

Всего выбрано три ресурса, с использованием каждого из них будет составлен ряд задач

Примечание 10. Если ресурс, взятый из ближайшей надсистемы, состоит из нескольких элементов, то эти элементы ранжируются и из них так же выбираются приоритетные в соответствии с требованиями, указанными в пункте 4.5.

ЧАСТЬ 5.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ С ПОЗИЦИИ ИКР.

Цель: Составить формализованные тексты задач.

Шаг 5.1. Формулировка идеального конечного результата - ИКР

Составить тексты задач в виде формулировок ИКР, с использованием приоритетных ресурсов, отобранных в шаге 4.5. Каждой задаче дать свой номер. Тексты задач составляются по следующим схемам:

Вариант 1.

«ЭЛЕМЕНТ (указать приоритетный ресурс из шага 4.5), ИСПОЛЬЗУЯ (указать имеющееся у него поле, свойство), НЕ ДОПУСКАЕТ (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)».

Вариант 2.

«ЭЛЕМЕНТ (указать приоритетный ресурс из шага 4.5), ИСПОЛЬЗУЯ (указать имеющееся у него поле, свойство), ВЫПОЛНЯЕТ ИЛИ СОДЕЙСТВУЕТ ВЫПОЛНЕНИЮ (указать функцию системы из шага 1.2) И НЕ ДОПУСКАЕТ (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)».

Задачи составляются по двум вариантам, оставляют тот, который дает лучший результат.

Примечание 11. Если с одним применяемым ресурсом будет получен неудовлетворительный результат, задачи составляются с одновременным (совместным) использованием двух ресурсов. В этом случае тексты задач составляются по следующей схеме:

«ЭЛЕМЕНТ (указать один выбранный ресурс из шага 4.5), ИСПОЛЬЗУЯ (указать имеющееся у него поле или вещество) И ВЗАИМОДЕЙСТВУЯ С (указать из шага 4.5 другой выбранный ресурс и его поле), НЕ ДОПУСКАЕТ в/на (указать Оперативную Зону из шага 3.2 и Нежелательное Явление из шага 3.1)».

ЗАДАЧА №1 (Использование ресурса «Причальная стенка»)

С использованием ресурса №1 («Причальная стенка») лучший результат был получен при формулировании задачи по варианту, указанному в примечании 11:

«ПРИЧАЛЬНАЯ СТЕНКА, используя БЕТОН и взаимодействуя с НИЖНИМИ СЛОЯМИ МОРСКОЙ ВОДЫ, не допускает на своей поверхности замерзания воды».

ЗАДАЧА №2 (Использование ресурса «Нижние слои морской воды»)

С использованием ресурса №2 («Нижние слои морской воды») лучший результат был получен при формулировании задачи по варианту №1):

«НИЖНИЕ СЛОИ МОРСКОЙ ВОДЫ, используя СВОЕ ТЕПЛО, не допускают на ПОВЕРХНОСТИ ПРИЧАЛЬНОЙ СТЕНКИ ЗАМЕРЗАНИЯ ВОДЫ».

ЗАДАЧА №3 (Использование ресурса «Вода из сливной трубы»):

«ВОДА ИЗ СЛИВНОЙ ТРУБЫ, используя СВОЕ ТЕПЛО, не допускает на поверхности причальной стенки замерзания воды».

Пояснение: Можно считать, что задачи №1 и №2 – идентичны. В дальнейшем можно рассматривать только задачи №2 и №3.

Шаг 5.2. Выявление элементов с противоречиями

В каждой сформулированной задаче (шаг 5.1) определить элемент, который не может выполнить требуемого действия потому, что испытывает противоречивые требования по своему **физическому (!)** состоянию. Сопоставить имеющиеся условия и новые требования.

В задаче №2 физическое противоречие испытывают нижние слои морской воды – они должны быть в глубине моря и должны быть на поверхности причальной стенки.

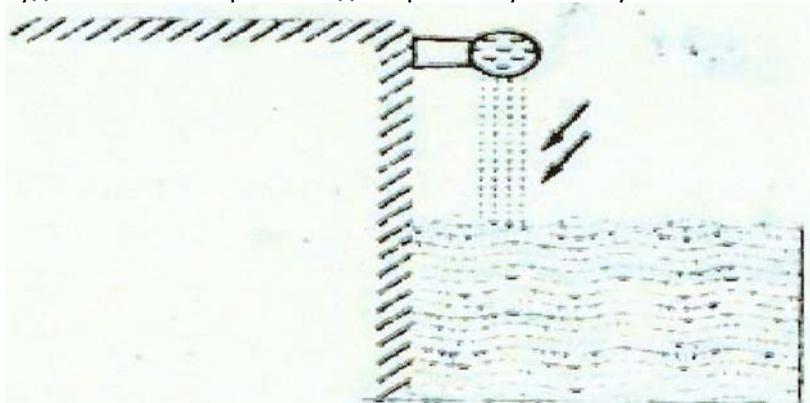
В задаче №3 элемент, испытывающий явные физические противоречия, не обнаружен.

Примечание 13. Если в какой-либо задаче нет элемента, который испытывает явные противоречивые требования по физическому состоянию, то для решения такой задачи не требуется алгоритм. Применяют обычные инженерные знания и известные способы. Для этого выявляют меняющийся параметр элемента и, используя известные в технике и технологии способы, получают необходимый результат.

Задача №3.

ВОДА ИЗ СЛИВНОЙ ТРУБЫ, используя СВОЕ ТЕПЛО, не допускает на поверхности причальной стенки замерзания воды.

Явных противоречий нет. Решение очевидно – требуется спроектировать и изготовить трубопроводную систему, которая будет поливать горячей водой причальную стенку.



Пояснение. В реальной ситуации расчеты показали, что того

количества горячей воды, которое сбрасывает компрессорная станция, может быть недостаточно, чтобы поливать причальную стенку длиной 150–200 метров.

Продолжим разбор ситуации с использованием задачи №2, в которой присутствует явное физическое противоречие. Для этого выполним следующие шаги алгоритма.

Шаг 5.3. Использование прилегающих ресурсов

К каждому элементу, определенному в шаге 5.2, подобрать из ресурсов, прилегающих к оперативной зоне, тот (см. шаг 4.5.2), который имеет наиболее высокую энергонасыщенность. Выбранный ресурс записать.

Образец записи: В задаче №1. К элементу, (указать из шага 5.2) прилегает... (указать прилегающий ресурс из шага 4.4).

В задаче №2: *К НИЖНИМ СЛОЯМ МОРСКОЙ ВОДЫ примыкают причальная стенка, сливная труба с горячей водой, дно.*

Выбираем **сливную трубу с горячей водой**, как наиболее энергонасыщенный ресурс из имеющихся.

ЧАСТЬ 6.

ВЫЯВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ.

Цель: Выявить суть физического противоречия и выбрать принцип его разрешения.

Шаг 6.1. Определение противоречивых физических состояний

Описать противоречивые физические состояния – ПЕРВОЕ и ВТОРОЕ, которые испытывают элементы, выбранные в шаге 5.2.

Описать физические состояния по следующей схеме:

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ: «ЭЛЕМЕНТ... (указать элемент выбранный в шаге 5.2), ВЫПОЛНЯЯ... (указать существующую (!) функцию, действие) ДОЛЖЕН БЫТЬ... (указать существующее (!) физическое состояние)».

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ: «ЭЛЕМЕНТ... (указать элемент выбранный в шаге 5.2), ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ... (указать Нежелательное Явление из шага3.1), ДОЛЖЕН БЫТЬ...

(указать требуемое (!) физическое состояние)».

В задаче № 2:

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ: «**Нижние слои морской воды, находясь у причальной стенки, должны быть внизу**».

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ: «**Нижние слои морской воды, чтобы не допустить замерзание воды на поверхности причальной стенки, должны быть сверху**».

Шаг 6.2. Выбор принципа разрешения физического противоречия

Для каждого элемента, рассмотренного в шаге 6.1, выбрать по нижеследующим правилам принцип разрешения противоречия. Для этого определить, с каким параметром связано выявленное физическое противоречие, с ПРОСТРАНСТВОМ, ВРЕМЕНЕМ или и с тем и с другим. В зависимости от параметра выбирается одно из трех правил.

ПРАВИЛО 1

Если от элемента (шаг 6.1) требуется проявить противоречивые действия (требования) в один и тот же момент времени, то такое противоречие связано со временем и выбирают **принцип №1: «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБЪЕКТА»**.

ПРАВИЛО 2

Если от элемента (шаг 6.1) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте, то такое противоречие связано с пространством и тогда выбирают **принцип № 2: «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ ВО ВРЕМЕНИ»**.

ПРАВИЛО 3

Если от элемента (шаг 6.1) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте и в один и тот же момент времени, тогда выбирают **принцип №3: «ИЗМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОТНОШЕНИЙ»**.

В задаче №2 противоречие связано со временем, т.к. нижние слои морской воды должны быть внизу и наверху **в одно и то же время**. Поэтому выбирается принцип №1 – «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ».

ЧАСТЬ 7.

РАЗРЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ.

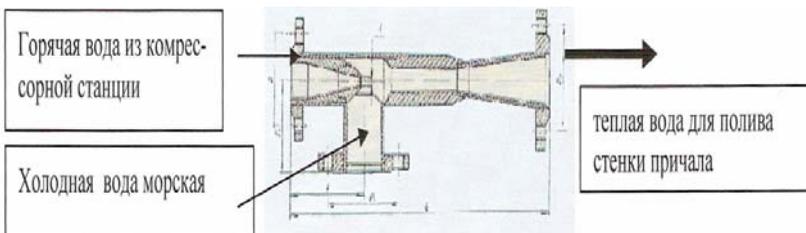
Цель: Получить принципиальное направление решения задачи.

Шаг 7.1. Формулирование задачи с использованием принципа разнесения противоречивых требований в пространстве объекта

Если для элементов в шаге 6.2 выбран принцип №1, задачи составляются по следующей схеме: ЭЛЕМЕНТ... (указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования) РАЗДЕЛЯЕТСЯ НА ДВЕ ЧАСТИ. ОДНА ЧАСТЬ... (указать из шага 6.1 ПЕРВОЕ физическое состояние элемента), А ДРУГАЯ ЧАСТЬ, С ПОМОЩЬЮ... (указать из шага 5.3 примыкающий вещественный ресурс) ВЫПОЛНЯЕТ (НАХОДИТСЯ, СТАНОВИТСЯ)... (указать из шага 6.1 ВТОРОЕ физическое состояние), НЕ ДОПУСКАЯ... (указать из шага 3.1 Нежелательное Явление).

Для задачи №2: «Нижние слои морской воды разделяются на две части. Одна часть находится внизу, а другая часть с помощью сливной трубы с горячей водой, находится наверху, не допуская замерзания воды на поверхности причальной стенки».

Решение задачи становится очевидным – сливная труба, в которой под давлением движется горячая вода (+45...+50°C), должна захватывать глубокие слои морской воды (+4°C) и поднимать их наверх для полива поверхности причальной стенки. Для этого решения требуются обычные инженерные знания; например возможно использование струйного насоса, который широко применяется в системах водяного отопления и называется *водоструйный элеватор*.



Струя горячей воды, двигаясь под давлением от компрессорной станции, захватывает морскую воду, смешивается с ней и, уже имея значительный объем, направляется на причальную стенку. Вода с температурой $+8...+10^{\circ}\text{C}$ оmyвает стенки причала и на них уже не намерзает лед.

