

Оглавление

Предисловие ко второму тому. Первые две недели	5
Благодарности	7
День пятнадцатый. Самый главный инструмент	8
Вечерние размышления	23
День шестнадцатый. По шагам алгоритма	27
Вечерние размышления	36
День семнадцатый. Занятия ведут дублеры	39
Механика и Акустика.....	39
Тепло	44
Химия	46
Электричество и Магниты.....	49
Вечерние размышления	58
День восемнадцатый. Развитие техники – взгляд с птичьего полёта	60
Вечерние размышления	70
День девятнадцатый. Как делаются научные открытия! ...	72
Вечерние размышления	81
День двадцатый. Как решать исследовательские задачи! ...	84
Вечерние размышления	100
Выходной. «Родительский» день	101
Первое практическое задание	103
Второе практическое задание	107
Вечерние размышления	110
День двадцать второй. Биологи в гостях у ТРИЗовцев ...	113
Детектив и творчество	124
Вечерние размышления	131
День двадцать третий. Как заглянуть в завтра!	132
Звёзды фантазии.....	142
Вечерние размышления	144

День двадцать четвертый. Школьный арсенал.....	146
Секрет победы	154
Вечерние размышления	159
День двадцать пятый. Дело на всю жизнь	161
Вечерние размышления	172
День двадцать шестой. Где прячутся задачи!	174
Вечерние размышления	183
День двадцать седьмой. Изобретения и бизнес	186
Вечерние размышления	197
Выходной. Смех – дело серьёзное!	200
Конкурс фантастических проектов.....	203
Вечерние размышления	213
День двадцать девятый. Сделай сам себя.....	214
Вечерние размышления	224
День последний. Что же дальше!.....	225
А сейчас всем встать! Суд идёт!	227
Автобусные размышления	228
Заключение для взрослых	231
Задания Турнира Рыцарей Творчества	233
Ответы на задания Турнира Рыцарей Творчества	239

Предисловие ко второму тому. Первые две недели

Дорогой читатель! Перед тобой второй том книги *«Воображайте! Развиваем креативное мышление»*. Эта книга основана на дневниковых записях Летней школы развития творческого воображения, в которой участвовали все герои этой книги – Преподаватели Развития Творческого Воображения (РТВ) и их Ученики. В этой школе преподаватели учили школьников, а школьники – преподавателей самому интересному на свете делу – решению творческих задач.

Тысячелетиями считалось, что научить человека творчеству нельзя, что все зависит только от врожденного таланта. Оказалось, что это – не так. В середине прошлого века гениальный человек – учёный и изобретатель Генрих Саулович Альтшуллер (он же – прекрасный писатель-фантаст Генрих Альтов) создал Теорию Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ), и оказалось, что любого нормального человека можно вовлечь в творчество, научить решать творческие задачи в технике, науке, бизнесе, искусстве, спорте, медицине, управлении людьми, политике и вообще в любой области человеческой деятельности.

Авторы этой книги имели счастье быть учениками, сотрудниками и друзьями Генриха Альтшуллера. А РТВ, о котором здесь рассказывается – курс тренировочных упражнений, который и превращает обычного человека в творца. Добро пожаловать в Новую Творческую Жизнь!

В первом томе этой книги мы рассказали о многих важных вещах, входящих в Теорию Изобретательства или с нею тесно связанных:

- ◆ О том, что такое творчество и какова его роль в жизни человечества и каждого человека в отдельности, как стать сэлф-мэйдменом – мастером Самоделкиным;

- ✦ О том, как выбрать в жизни «Большую цель» и как к ней идти;
- ✦ Об изобретательских задачах, которые возникают не только в технике, но и в любой области человеческой жизни – от бизнеса до искусства, от медицины до математики, от военного дела до детских игр и т. п.;
- ✦ О том, что учёные и изобретатели мучительно тяжело решают творческие задачи с помощью Метода Проб и Ошибок (МПиО), и как им мешает в этом психологическая инерция;
- ✦ О том, как можно с этой психологической инерцией бороться;
- ✦ О «Мозговом Штурме»;
- ✦ О решающей роли в изобретательстве противоречий и возможности их разрешения;
- ✦ О системном подходе и его творческом применении;
- ✦ О том, что такое идеальная машина и как такие машины помогают решению изобретательских задач;
- ✦ О том, какие ресурсы и как они помогают изобретателям;
- ✦ О законах развития технических систем и их применении;
- ✦ Об очень странном подходе к изобретательству – «Методу Маленьких Человечков» (ММЧ) и управлении этими «Человечками» с помощью «Вепольного Анализа»;
- ✦ О том, как физика помогает изобретателям;
- ✦ О научной фантастике – тренировочном полигоне, помогающем изобретателям «накачивать мозговые мышцы».

А ещё в первом томе рассказывается, как начались Турниры Рыцарей Творчества и чем «рыцарь творчества» отличается от обычного «пробочника».

Во втором томе мы продолжаем рассказывать о методах изобретательства и, самое главное, об их совместном, комплексном применении для решения реальных задач.

Перед каждым из наших читателей открывается дорога в Большую жизнь, в которой успех в очень многом будет зависеть от того, смогут ли они найти решения неожиданных и необычных задач,

которые «подбрасывает» жизнь. Наша цель – дать ребятам инструменты и оружие для жизненного успеха!

Благодарности

Авторы благодарят за тщательную работу научного редактора книги, кандидата физико-математических наук Александра Кавтрева. А также Елену Гин, внимательно прочитавшую рукопись и сделавшую ряд полезных предложений.

Отдельное спасибо мастеру ТРИЗ Анатолию Гину за инициативу по изданию книги и постоянное возвращение авторов к обсуждению вопросов образования.

*Борис Злотин и Алла Зусман
Преподаватели РТВ*

День пятнадцатый.

Самый главный

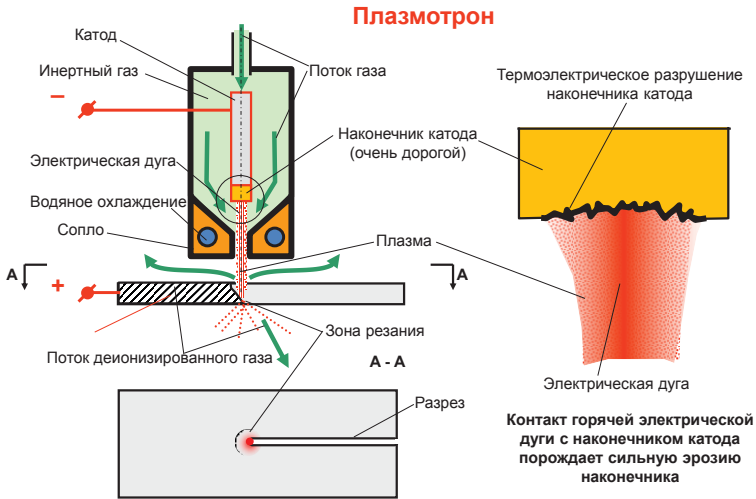
инструмент

Плакат с текстом висит в классе уже три дня. Это одна из задач, которую мы использовали как противоядие от «звёздной» болезни наших учеников. Сегодня, наконец, пришёл черёд эту задачу решать.

Задача 1

Для резки толстых листов металла применяются плазмотроны. На рисунке показано его устройство. Мощный источник тока одним полюсом подключён к разрезаемому металлу, а другим – к катоду плазмотрона, и между ними зажигается электрическая дуга. В зону дуги через сопло под высоким давлением подаётся инертный газ (углекислый газ или аргон), который нагревается от дуги, ионизируется и превращается в горячую плазму. То есть с атомов газа высокой температурой «срывает» электроны, превращая газ в скопление электронов и положительно заряженных атомов, потерявших все свои электроны или часть их. Достигнув поверхности металла, ионы мгновенно рекомбинируют, то есть к ионизированным атомам присоединяются обратно электроны и они превращаются в молекулы газа. При этом энергия, «взятая взаймы» у электрической дуги при ионизации выделяется в месте контакта плазмы с металлом. Температура в зоне резания достигает до десятков тысяч градусов. Металл плавится и испаряется. Чем больше электрический ток, тем быстрее режется металл. Но большой ток быстро разрушает катод. Приходится часто останавливать работу для его замены. Использование наконечников катода

из специального сплава продлевает время непрерывной работы в несколько раз, но эти наконечники очень дороги. Как быть?



Эта задача, важная для производства, была решена Преподавателями много лет назад.

Ребята строят вепольные схемы, рисуют маленьких человечков, но ответа не находят. Затруднения вызваны тем, что обычно мы давали решать уже достаточно четко сформулированные задачи, а сейчас перед ними даже не задача, а изобретательская ситуация. Рассказано о технической системе, в которой есть какие-то недостатки. К ситуации можно подходить по-разному: отказаться совершенствовать предложенную систему и заменить её другой, например, плазменную резку лазерной или работать над созданием нового материала для катода, который сможет выдерживать высокие температуры без малейших разрушений.

Превратить ситуацию в четко сформулированную задачу, а потом найти и разрешить противоречие, скрытое в данной задаче, – для этого и существует Алгоритм Решения Изобретательских Задач – АРИЗ.

АРИЗ – одно из главных «созданий» Генриха Альтшуллера, первый его вариант был опубликован в 1959 году, он был очень прост,

занимал пол-странички, но уже позволял довольно уверенно решать некоторые типы задач. Дальнейшая разработка АРИЗ велась путем обучения людей использованию алгоритма и наблюдения – как они решают задачи, какие возникают проблемы при этом, поиск путей решения этих проблем. Сам Альтшуллер описывал историю развития АРИЗ следующим образом:

«В первых версиях АРИЗ была показана дорога для изобретательского мышления – формулирование идеального конечного результата, противоречия, разрешения противоречия и т. п. И казалось, что этого достаточно, чтобы человек шёл правильным путём. Но оказалось, что люди очень быстро теряют направление, возвращаются на привычный путь перебора вариантов.

Тогда в АРИЗ стали вводиться ограничения («заборы»), которые не давали возможности людям уклоняться от пути. Но практика показала – никакие заборы не помогают, люди «перепрыгивают» через них, нарушают правила, если их трудно выполнить или они кажутся недостаточно очевидными и т.п. Тогда в АРИЗ был встроены «мотор», чтобы превратить его в «эскалатор», который бы подхватил человека и «тащил бы его». Это достигалось введением большого количества промежуточных шагов и формулировок, дополнительных правил и рекомендаций, примеров и т. п. Кроме того, в процессе развития появлялись все новые подходы к решению изобретательских задач (например, метод моделирования маленькими человечками, выделение оперативной зоны и т. п.)

Постепенно АРИЗ становился все более эффективным и универсальным, но и более сложным и требующим все большего обучения и практики для использования. АРИЗ-59 (цифра после слова АРИЗ означает год публикации методики) помещался на одной странице, АРИЗ-71 – 5–6 страниц, АРИЗ-85 В¹ с примерами – несколько десятков страниц».

¹ С АРИЗ-85 В можно познакомиться на сайте <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v.asp>.

Преподаватели понимали, что полный АРИЗ-85 слишком сложен для их учеников, поэтому для них был разработан облегченный вариант алгоритма, младший брат АРИЗа – «АРИЗЕНОК».

Мы вывешиваем первый плакат.

АРИЗЕНОК, часть 1. Анализ задачи Внимание! Избегайте специальной терминологии!	
1.1. Мини-задача	Техническая система (ТС) для... включает... Техническое противоречие 1 (ТП-1): ... (указать), Техническое противоречие 2 (ТП-2): ... (указать). Необходимо... (указать, что нужно достигнуть), при минимальных изменениях в системе
1.2. Конфликтующая пара	Изделие (или изделия)... (указать), Инструмент (или инструменты)... (указать),
1.3. Графические схемы конфликта	ТП-1 – Вреда нет, но польза недостаточна. ТП-2 – Польза велика, но есть и вред
1.4. Выбор ТП	Лучше выбирать вариант с максимальной пользой и бороться с вредным эффектом.
1.5. Усиление конфликта	Довести конфликт до острого противоречия. И ввести некоторый X (икс-элемент), который должен помочь разрешить это противоречие
1.6. Модель задачи	А. Дано... (указать конфликтующую пару). Б. Усиленный конфликт. В. Необходимо найти такой икс-элемент, который устранил, предотвратит, обеспечит... (указать), сохранив... (указать) .

– Кто помнит, что такое мини-задача? – Это задача, в которой решение должно быть получено путем минимальных изменений в уже существующей системе.

– А какие у мини-задачи преимущества?

– Меньше изменений – значит, получится более идеальное решение! Легче будет внедрить!

– Верно. И ещё одно преимущество: мини-задачу проще всего сформулировать. Все в системе остается как было (или почти все), а вредный эффект, недостаток должен исчезнуть. В АРИЗ мини-задача строится по строгой схеме. Необходимо отказаться

от терминов. И ещё нужно уметь сформулировать техническое противоречие (ТП). Так в ТРИЗ называется ситуация, когда **попытка улучшить одну характеристику системы приводит к ухудшению другой**. В мини-задаче технические противоречия «ходят парой», потому что на любую проблему всегда можно взглянуть с двух противоположных сторон.

Приступаем к анализу задачи о плазмотроне

1.1. *Техническая система для резки металла включает электрод, газ, разрезаемый металл и электрическую дугу.*

ТП-1: если дуга очень сильная, она хорошо режет металл, но разрушает электрод.

ТП-2: если дуга слабая, она не разрушает электрод, но плохо режет металл.

Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить отсутствие разрушения электрода при хорошей резке.

Следующий шаг – выбор конфликтующей пары, включающей изделие и инструмент. Иногда в задачах бывает два изделия или два инструмента. В нашем случае:

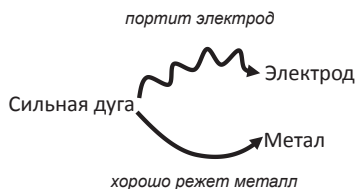
1.2. *Изделия – металл (М) и электрод (Э).*

Инструмент – электрическая дуга. «Взаимоотношения» между инструментом и изделиями:

1.3. *ТП-1: сильная дуга хорошо режет металл, но портит электрод.*

ТП-2: слабая дуга не портит электрод, но плохо режет металл.

На схеме это выглядит так:



Следующий шаг – выбор ТП. Фактически у нас в мини-задаче две задачи. Можно «идти» от ТП-2 – слабой дуги. Но тогда придется искать новые способы повышения производительности резки, а это приведет к отказу от мини-задачи. Лучше «работать» с ТП-1: у нас уже производительность обеспечена, нужно только решить проблему разрушения электрода.

- 1.4. *Выбираем ТП-1. Выбрав конфликт, мы сузили, сделали более четкой задачу. Теперь главное – не терять ее, не путаться, не возвращаться раньше времени к другой. Для этого следующий шаг – усиление конфликта, чтобы не «тянуло» к компромиссу, к какой-то средней по силе дуге. Обострение противоречия – шаг к его разрешению!*
- 1.5. *Усиление конфликта: очень сильная дуга прекрасно режет металл, но очень быстро разрушает электрод. Заключительный шаг первой части как бы подводит итог анализу. Но в ней появляется и новое действующее лицо – икс-элемент – «таинственный незнакомец», который должен помочь нам решить задачу. Правда, его полномочия обычно не очень широки. Ведь у нас есть инструмент – дуга, которая с одной частью работы справляется хорошо – прекрасно режет металл. Здесь ей помогать не надо. На долю икс-элемента остается обеспечить «неразрушение» электрода. Но при этом он не должен мешать дуге, иначе «за что боролись?» Икс-элемент как в алгебре – неизвестное, которое нужно найти. Это может быть вещество или поле, или просто какое-то изменение в системе.*
- 1.6. *Модель задачи. Даны сильная дуга, металл и электрод. Очень сильная дуга прекрасно режет металл, но сразу разрушает электрод. Необходимо найти такой икс-элемент, который устранил разрушение электрода, не мешая очень сильной дуге резать металл.*

Теперь можно использовать вепольный анализ. Здесь – слово ребятам.

– Это типичный вредный веполь, – рассуждает Женя. – V_1 – электрод, V_2 – дуга, П – вредное тепловое поле. Нужно ввести модификацию, скорее всего дугу, которая бы защищала электрод.

– Какую модификацию?

Ответа нет. Трудно придумать модификацию дуги. А противодействующее поле? Охлаждать электрод?

– До этого, конечно, давно додумались, но эффект не очень большой.

– Оттянуть каким-то веществом лишнее тепло?

Ребята хотят продолжить поиск решения с помощью вепольного анализа. Но Преподаватель против. Если решение не очевидно, нет смысла тратить много времени на перебор веществ и полей – лучше продолжить уточнение задачи по АРИЗ.

Мы вывешиваем второй плакат.

АРИЗЕНОК, часть 2. Анализ модели задачи	
2.1. Оперативная зона	Место, в котором происходит конфликт
2.2. Оперативное время	Время, во время которого происходит конфликт
2.3. Ресурсы – внутрисистемные, внешнесистемные, надсистемные	Вещества , в том числе материалы, из которых сделаны части системы, окружающая среда, рабочие материалы, отходы, вещества из надсистемы и т. п. Поля , в том числе входящие в список МАТХЭМ

2.1. Оперативная зона – место конфликта – там, где дуга касается электрода.

2.2. Оперативное время – все время пока горит дуга.

2.3. Ресурсы. Вещественные, энергетические, из оперативной зоны и вне ее.

***Вещественные** – плазма, газ, воздух, металл электрода, разрезаемый металл...*

***Полевые** – высокая температура, давление газа, движение газа и плазмы, электрический ток, магнитное поле дуги, гравитационное поле, магнитное поле Земли...*

Перечисляя ресурсы, ребята тут же пытаются «пристроить их к делу». Это не страшно, но много времени терять на такие попытки не стоит. Ведь обзор ресурсов на этой стадии – предварительный. Вообще попытки найти решение, не дожидаясь конца анализа, всегда есть. Это немного странно – ведь если решаешь квадратное уравнение по формулам Виета, нет смысла где-то посередине бро-

сать вычисления и начинать гадать. Но так уж устроен человек – при решении изобретательских задач всегда хочется побыстрее угадать ответ. Мы в таких случаях рекомендуем пришедшие в голову идеи обдумывать, записывать, а потом идти дальше по АРИЗ.

Ребятам очень не нравится записывать идеи – отвлекает от увлекательной генерации. Кстати, та же проблема часто и с взрослыми. Приходится «прочистать мозги»:

- ✦ Не записал – потерял. Новая идея вытеснит эту, потом будете затылок чесать – что же там было такое интересное?
- ✦ Не записал – идея давит на подсознание «изнутри» – и начинается «подгонка» шагов АРИЗ под свою идею. Трещит и ломается вся логика, поиск уходит в сторону...

Итак, третий плакат.

АРИЗЕНОК, часть 3. Определение Идеального Конечного Результата (ИКР) и Физического Противоречия (ФП)	
3.1. ИКР-1	Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (предотвращает, не допускает), (указать вредное действие) в течение оперативного времени (указать) в пределах оперативной зоны (указать), не мешая инструменту совершать... (указать полезное действие).
3.2. Усиленный ИКР-1	Икс-элемент должен быть из ресурсов, чтобы не нужно было вводить в систему новые вещества и поля.
3.3. ФП на макроуровне	Оперативная зона в течение оперативного времени должна быть... (указать физическое макросостояние), чтобы выполнять... (указать одно из конфликтующих действий), и должна быть (указать противоположное состояние), чтобы выполнять... (указать другое конфликтующее действие).
3.4. ФП на микроуровне	В оперативной зоне должны быть частицы вещества... (указать их физическое состояние и действие), чтобы обеспечить (указать требуемое физическое макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы... (указать противоположное макросостояние).

3.5. ИКР-2	Оперативная зона в течение оперативного времени должна сама обеспечивать физическое микросостояние 1... (указать) и противоположное ему физическое микросостояние 2... (указать)
3.6. Применение вепольного анализа	Построить вепольные формулы, описывающие противоречивую ситуацию в оперативной зоне в оперативное время

Плакат требует пояснений. Сама идея идеального конечного результата (ИКР) понятна – ребята хорошо усвоили понятие идеальности. Но раньше эту идеальность формулировали как кто захочет. В АРИЗ же ИКР строится по определенной схеме (шаг 3.1). А на шаге 3.2 нужно постараться ещё раз пересмотреть ресурсы и выбрать из них наиболее подходящий на роль икс-элемента. Далеко не всегда можно сделать этот выбор. Тогда нужно идти дальше, не выпуская из виду наиболее реальных «кандидатов»:

- ✦ Физическим противоречием (ФП) называется ситуация, когда к физическому состоянию объекта в оперативной зоне и в оперативное время предъявляются противоречивые, противоположные требования. ФП как бы прячется внутри технического противоречия и является его причиной. Противоположные требования могут предъявляться ко всей оперативной зоне (ФП на макроуровне) или к её частицам (ФП на микроуровне).
- ✦ ИКР-2 – фактически новая формулировка задачи. Иногда сам поражаешься, как этот анализ меняет видение проблемы. Вообще-то часто (особенно у профессионалов) решение приходит уже на этом этапе.

Продолжаем работу по алгоритму, формулируем ИКР-1

3.1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет разрушение электрода в зоне его контакта с дугой во время её горения, не мешая дуге резать металл.

– А зачем нужно писать каждый раз «абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений»? И так понятно, только лишняя писанина!

– Я знаю! – кричит Саша. – Это для преодоления психологической инерции лучше лишний раз напомнить об идеальности! Совершенно верное рассуждение. Но в своей тетради он неразборчиво написал: X–Э, а.н.у.с.и н.в.в.я... Это безобразие. Нельзя экономить на формулировках!

3.2. Пересмотрев ещё раз имеющиеся в оперативной зоне и вокруг неё ресурсы, мы не нашли ничего подходящего.

3.3. Формулируем физическое противоречие. Оперативная зона должна быть электропроводной, чтобы загоралась дуга, и не должна быть электропроводной, чтобы...

– Женя остановился. Почему же ей, собственно, не быть электропроводной? Ведь не в этом причина разрушения электрода.

– *Оперативная зона должна быть холодной, чтобы электрод не разрушался, и должна быть горячей...*

– Тоже затруднение – нет причин, чтобы оперативная зона была горячей – не получается противоречие. Нелегко найти ту именно характеристику, то состояние оперативной зоны, к которой предъявляются противоречивые требования! Но найти обязательно нужно. И если все-таки не удастся, в АРИЗ есть запасной вариант – краткое ФП: *в оперативной зоне должно быть нечто, чтобы..., и не должно этого быть, чтобы...*

С немалым трудом ребята выходят на удовлетворяющую всех формулировку ФП на макроуровне: *В оперативной зоне во время работы дуги должен быть контакт между дугой и электродом, чтобы горела дуга, и его не должно быть, чтобы электрод не разрушался.*

3.4. Переход к ФП на микроуровне уже не так труден. Частицы дуги в зоне контакта должны соприкоснуться с частицами электрода, чтобы контакт был, и не должны соприкоснуться, чтобы контакта не было.

3.5. Поверхность электрода сама обеспечивает во время горения дуги наличие и отсутствие контакта дуги с частицами электрода.

Вот такая получилась новая формулировка нашей задачи. Она кажется странной, «дикой», не похожей на первоначальную! Но опыт решения многих изобретательских задач говорит, что нарастание «дикости» – признак верного пути к решению.

3.6. – Снова вепольный анализ? – удивляются ребята. Мы же уже использовали веполи, когда работали с моделью задачи.

– Да, снова. Ведь вы уже видели, что по мере продвижения по шагам алгоритма задача все время меняется. Значит, могут срабатывать и разные правила вепольного анализа. Правда, в АРИЗ для взрослых используется не вепольный анализ, а другой инструмент – «Стандарты на решение изобретательских задач». Каждый стандарт – это комплекс, включающий один или несколько изобретательских приёмов в сочетании с физическим эффектом и предназначенный для решения определенного типа задач. Вепольный анализ – это язык, с помощью которого легко находить и применять нужные стандарты. Некоторые стандарты совпадают с уже известными вам вепольными правилами, например, правила достройки, правила разрушения. Стандартов много – сегодня используется система из 77 стандартов.

Система стандартов – это целая книга, с множеством примеров. У нас, к сожалению, нет возможности изучить стандарты подробно, поэтому мы будем продолжать пользоваться вепольным анализом. Но если у вас возникнет необходимость решать сложные изобретательские задачи – эти стандарты легко найти в Интернете.

Итак снова пробуем вепольные преобразования. V_1 – поверхность электрода, V_2 – частица дуги. Нет поля, обеспечивающего наличие и отсутствие контакта между ними. Задача, которая раньше требовала для решения разрушения веполя, превратилась в задачу на его достройку. Что же это за поле? Магическое слово МАТХЭМ не помогло...

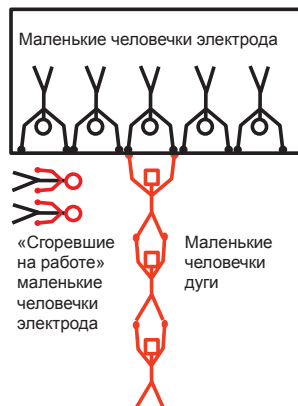
В трудной работе прошли обычные четыре часа занятий. Но после обеда ребята снова вернулись в класс. Очень уж им хотелось узнать, что дальше будет с нашей задачей. И мы продолжаем. Четвертый плакат:

АРИЗЕНОК, часть 4. Мобилизация и применение ресурсов	
4.1. Применение метода ММЧ	Изобразите процессы в системе в виде действий группы или нескольких групп «маленьких человечков»
4.2. Шаг назад от ИКР	Нарисуйте как работает «идеальная» система, а потом внесите минимальное отклонение от результата. Возникает «микро–задача» – как ликвидировать этот малый недостаток? Иногда она легко решается и подсказывает решение общей задачи.
4.3. Применение сложных ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> • Применение смеси ресурсных веществ • Применение пустоты или смеси ресурсных веществ с пустотой. • Применение веществ, полученных из ресурсов (производных). • Применение электрических или магнитных полей. • Применение групп «поле – вещество, отзывающееся на это поле».

4.1. Маленьких человечков все рисуют с удовольствием. Получается у ребят примерно одно и то же: ряд человечков электрода. За одного человечка этой шеренги зацепились красные «горячие» человечки дуги и сжигают его. Когда сожгли одного, хватаются за следующего. Это картинка – «было».

А теперь по правилам шага 4.1 нужно эту картинку переделать: так перестроить человечков, чтобы их вредное действие исчезло. Как это сделать? Все в затруднении.

Преподаватель вызывает к доске добровольцев для изображения человечков в живую. Все желают участвовать в эксперименте, но Преподаватель оставляет только шестерых. Четверо изображают человечков электрода, а двое – человечков дуги. «Человечки катода» перед проблемой – противоречием: они должны держать «человечков дуги», но у тех очень горячие руки, они обжигают.



Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru