

М. А. Орлов

**ПРИМЕРЫ РАБОТ
СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ
УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА**

**«Создание системы мета-предметного обучения
на базе естественных дисциплин
в школах города Москвы с помощью внедрения ТРИЗ
(Теории решения изобретательских задач)»**

ДАЙДЖЕСТ № 03

**Кафедра
Педагогики и методики
естественнонаучного образования**

**Национальный Исследовательский
Ядерный Университет МИФИ**

Январь – 2015

Дайджест разработан профессором М.А.Орловым на основе сертификационных работ участников проекта «Создание системы мета-предметного обучения на базе естественных дисциплин в школах города Москвы с помощью внедрения ТРИЗ (Теории решения изобретательских задач)».

Соавторы концепции и научные руководители проекта:

Духанина Любовь Николаевна, профессор, д.п.н., заведующая Кафедрой Педагогики и методики естественнонаучного образования МИФИ

Орлов Михаил Александрович, профессор, д.т.н., основатель и научный руководитель Академии Инструментальной Модерн ТРИЗ (АИМТРИЗ), Берлин, Германия

Использованные в дайджесте работы принадлежат следующим авторам:

Поездник Любовь Михайловна, учитель химии, СОШ № 2091, Москва

Захарова Ольга Аркадьевна, учитель физики, СОШ № 544, Москва

Шмелева Елена Алексеевна, учитель математики, СОШ № 2091, Москва

Коршунова Елена Владимировна, учитель биологии, СОШ № 544, Москва

Киселев Петр Николаевич, учитель математики, СОШ № 2091, Москва

Саркисян Анушик Владимировна, учитель английского языка, СОШ № 626, Москва

Колесник Виктория Игоревна, учитель начальных классов, СОШ № 626, Москва

Васин Михаил Викторович, учитель истории, СОШ № 626, Москва

Все авторы благодарны большому числу коллег и сотрудников, внесших свой вклад в организацию работы авторского коллектива на проекте в целом.

Авторы признательны руководству МИФИ и руководителям школ, поддержавших идеи и реализацию этого проекта.

© Дайджест как продукт (информационный материал) – Академия ИМТРИЗ и Кафедра Педагогики и методики естественнонаучного образования МИФИ;

© Дайджест: концепция, разработка, редактирование – профессор М.А.Орлов

© Использованные и цитированные материалы: авторы указаны в разделах дайджеста

Неформальное «финишное» приветствие научного со-руководителя проекта проф. М. А. Орлова

Уважаемые Коллеги,

мы подготовили этот дайджест как экстра-выпуск, чтобы представить Вам несколько особенно замечательных работ из 156 успешных сертификационных проектов.

Мы очень удовлетворены качеством БОЛЬШИНСТВА сертификационных работ! Среди них – десятки работ практически профессионального качества с точки зрения ТРИЗ – интересных по объектам моделирования, безошибочных методически, увлекательных и обучающих одновременно. А ведь все без исключения участники проекта ВПЕРВЫЕ познакомились с методикой обучения и содержанием Модерн ТРИЗ!

Это значит, что и наша методика обучения достаточно эффективна, и участники проекта обладают несомненным талантом и эрудицией.

Кроме этого, всем сертифицированным участникам проекта, а также и тем коллегам, которые по разным причинам не смогли представить сертификационные работы-проекты, мы даем возможность ознакомиться с лучшими работами в виде файла **«MTRIZ-Moscow-2014-SELECTED»**.

Как научный руководитель проекта, я с благодарностью всем участникам проекта отмечаю, что работа с таким количеством учителей в одном проекте принесла мне большое удовлетворение.

Как Вы понимаете, мне нет нужды, по каким бы то ни было причинам «льстить» участникам проекта. Академия Модерн ТРИЗ *независима* от своих «студентов» по всем параметрам! Никакие обстоятельства не довлеют над нами в том смысле, чтобы мы, например, «ставили» больше «пятерок» ☺ нашим студентам.

Так что, мы свободны – и не только в работе с обучаемыми, но и в оценке результатов и в выражении наших эмоций, если они есть, конечно, причем заметьте, ПОСЛЕ окончания проекта!

И вот я, с дружеской доверительностью ко всем, кто будет читать этот дайджест, делюсь моим новым впечатлением за период в не один десяток лет преподавания ТРИЗ:

учителя как категория студентов оказались для меня самой лучшей, самой быстро понимающей аудиторией, самой аккуратной и въедливой в освоении определений и инструментов, самой свободной в фантазии и творческой интерпретации моделей, самой смелой в выборе артефактов для исследования и моделирования – это для меня открытие и поучительный урок, в отличие от многих «промышленных студентов-специалистов», и – увы! – от студентов многих вузов и школ.

И я хочу, чтобы Вы это знали. Возможно также, что это может быть прокомментировано Вами для меня на основе Вашего профессионального опыта. Буду рад получить отклик.

Я полагаю, что учитель «докапывается» до сути так эффективно потому, что сам привык и тренирован на точное определение, на пояснение, которое должно быть понятно обучаемому, а значит, и ему самому. Я думаю, что все учителя понимают меня: трудно дать *простое и понятное* объяснение обучаемому, если обучающий сам не уверен или, не дай Бог, недостаточно понимает материал.

Так что, я рад поблагодарить всех участников проекта за удовольствие работать с Вами!

Успехов Вам и благополучия!

Кстати, выбрать несколько работ среди многих очень хороших было очень трудно,

Поэтому Вы сами сможете оценить ВСЕ работы из файла
«MTRIZ-Moscow-2014-SELECTED» и прислать нам Ваше мнение,
какие работы Вы выберете как самые интересные для Вас!

Желаем Вам полезного и, надеемся, как и ранее, нескучного чтения!

ПРИМЕРЫ ДАЙДЖЕСТА № 3



*Находить в старом новое – удел гения.
Чтобы преодолеть косность рутинного мышления,
чтобы привлечь внимание к чересчур знакомым предметам,
надо показать их в новом свете,
раскрыть незнакомые стороны.¹*

Яков Перельман

¹ Перельман Я.И. *Что такое занимательная наука* (1939)

Пример 1. Стерилизация посуды

Удивительно *простой*, но и *не простой*, пример² – там и в том, что мы можем видеть вокруг нас чуть не каждый день, но **НЕ ЗАМЕЧАЕМ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО, ПОТОМУ, ЧТО НЕ ЗНАЕМ**, что это там этакое «дикивинного» можно увидеть!

Что все всегда делали на даче, да и дома, при консервировании овощей и фруктов? – Стерилизовали стеклянные банки. Но как? – Да, в кипящей воде.

А ведь можно и по-другому ☺ !!!!

Ведь микробу от чего смерть? – От температуры! От какой температуры? – Да вообще-то и **100** «градусиков» по Цельсию более, чем достаточно!

Но «нехорошим» и очевидно, «злым», людям этого мало! – Они хотят прикончить микроба страшным способом – при температуре – страшно сказать! – и в **200**, и даже в **300** градусов!

Артефакт: посуда для консервирования

Для консервирования овощей и фруктов применяют стеклянную посуду, которую необходимо стерилизовать. Это делают, как правило, стерилизуя по одной банке над кипящей водой, например, над кипящим чайником или кастрюлей. На это тратится достаточно много времени и энергии. Можно решить проблему следующим образом. В духовку газовой или электрической печи помещается более 10 банок, их можно стерилизовать одновременно, экономя время и энергию.

стерилизация банок над паром



стерилизация банок в духовке



Проблема **БЫЛО** → Прототип-артефакт (предшественник) → **Тренд** → **Редукция** → **Изобретение** → **Зуминг** → **Идея СТАЛО** → Результат-артефакт (наследник)

↑ Экстрагирование – 2 ↓ Экстрагирование – 1

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ: посуда для консервирования

Ранг	Навигатор	Соответствие
04.	Замена механической среды	использование электрической энергии для увеличения температуры
20.	Универсальность	в духовек во время стерилизации можно испечь пироги, посушить сухари
34.	Матрешка	банки ставятся на противень, а противень устанавливается в духовую печь
Вр.	Разделение во времени	объединить во времени однородные операции, простерилизовать сразу много банок за один прием.
Ма.	Разделение в материале	использование электрических полей для нагревания, использовать энергию для ещё и для других целей

↓

Противоречие	Объект	Описание	
СП	стеклянная посуда	увеличить количество банок	vs увеличится время стерилизации и затраты энергии
РП	стеклянная посуда	банок должно быть много, т.к. необходимо законсервировать овощи и фрукты	vs банок должно быть мало, чтобы сэкономить время и энергию

Рис. 1.1. Описание исследуемого артефакта «Стерилизация посуды» и результаты экстрагирования

² Автор примера «Стерилизация посуды» – Поездник Любовь Михайловна, учитель химии, СОШ № 2091, Москва

Микробу впору бы сказать «последнее слово»: *Да чтоб ваши банки все полопались!*

Но именно в этом микроб грубо и примитивно ошибся!

Это – **СТЕКЛО**, братцы! *Стеклу до 700 примерно градусов вообще все нипочем!* Если его греть постепенно, конечно. А потом только начнет понемногу размягчаться! Но уж никак не лопаться! Так что, микроб приговорен окончательно!

А вот хозяйки, да и хозяева, хоть и рачительные, но физику, похоже подзабыли ☹. Хотя, может, только про стекло такого и не ведали. А остальное, конечно, знали ☺ !

А потому, изничтожить теперь микроба в духовке – дело небольшого времени! Учитесь все!

РЕИНВЕНТИНГ: посуда для консервирования	
Trend	В летний и осенний период времени хозяйки тратят много времени и энергии на стерилизацию посуды для консервирования, придумывая разные способы стерилизации, например над кипящим чайником или кастрюлей. В помещении начинается духота, хозяйка быстро утомляется. Надо придумать способ, при котором при наименьших затратах простерилизуется много банок.
	Макро-ФИМ X-ресурс, абсолютно не усложняя систему и не вызывая негативных эффектов, обеспечивает вместе с другими имеющимися ресурсами получение: наибольшее количество стерилизованной посуды при наименьших затратах
Reducing	Стандартное Противоречие (СП) стеклянная посуда
	увеличить количество банок (+)
	увеличится время стерилизации и затраты энергии (-)
	01. Производительность 39. Потери энергии
Inventing	01 Изменение агрегатного состояния
	02 Предварительное действие
	04 Замена механической среды
	14 Использование пневмо- и гидроконструкций
Zooming	Радикальное Противоречие (РП) стеклянная посуда
	банка должно быть много, т.к. необходимо законсервировать овощи и фрукты & банка должно быть мало, чтобы сэкономить время и энергию
	Для стерилизации посуды для консервирования можно использовать температуру электрической (газовую) духовки (04), во время стерилизации посуды можно выпекать пироги, сушить сухари и т.д. (20), банки расставляются на противни таким образом, чтобы поместилось как можно больше, даже друг на друга, а противни помещаются в духовку (34).
	при нагревании электрической печи (газовой) температура достигает 250-300 градусов, что приводит к гибели всех микробов и бактерий.
Zooming	Противоречие устранено: Да
	Сверх-эффекты: большая производительность, рациональное использование тепловой энергии
	Негативные эффекты:
	Развитие: изобретение приспособления для вынимания банок из духовки
	Изменения в среде:
Zooming	Красота решения: 20 хозяйка не так устает при консервировании овощей, процесс идет быстро, нет духоты от па...

Рис. 1.2. Результаты реинвентинга как креативного перехода от состояния «было» к состоянию «стало» для объекта «Стерилизация посуды»

Пример 2. Стадион-электростанция

Автор примера³ прекрасно уловил ведущий тренд развития нашей цивилизации – получение электроэнергии любимыми, но лучше, «умными способами». То есть, «за так»! По-научному говоря, «из ничего»! Например, от солнца, ветра, воды... Ну, это, кстати, уже и не «по-умному». Они же светят, дуют, волнуются, текут, наконец.

По-умному – это когда «совсем из ничего»! Например, из пустого дела! А еще лучше, чтобы и делом это нельзя было назвать – конечно, для грамотного интеллигентного человека!

Вот, почитайте сами и убедитесь, как «по-умному» все придумали в Бразилии! Там, кстати, где солнца – хоть отбавляй! Так нет – все мало им этой электроэнергии! Помешались все...

Но тем самым убедительно доказали, что этот (Как его по-латыни? – Вот, вспомнил: «перпет-умный-мóбила»!)... он – существует! Футбол – ведь он навечно!? А значит, и энергию от него можно получать вечно! Надо только мобильный компонент выявить: вот, например, они – бегут! А это и означает на латыни – «мóбила»! И тогда, через разные там хитрые устройства под газонами, можно добывать электроэнергию, когда они по газону ногами топают... бежá. Нет, бегучи! Ну, в общем, когда бегут! Чем больше бегут, тем лучше для производства электроэнергии.

Всего можно достичь. Главное, чтобы сначала постичь, а потом все описать по-научному!

Артефакт: Кинетический стадион

В Рио-де-Жанейро 10 сентября 2014 года открыли первое футбольное поле, которое будет получать электроэнергию от игры футболистов. По всему полю под слоем искусственного дерна было уложено около 200 плиток, в которые вмонтированы пьезогенераторы. В них кинетическая энергия игроков превращается в электричество, используемое для освещения стадиона.

Обычный стадион



Кинетический стадион



Проблема
БЫЛО
Прототип-артефакт
(предшественник)

→

Тренд Редукция Изобретение Зуминг

→

Идея
СТАЛО
Результат-артефакт
(наследник)

Экстрагирование – 2

↓

Экстрагирование – 1

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ: Кинетический стадион

Ранг	Навигатор	Соответствие
█	02. Предварительное действие	В покрытие поля вмонтированы пьезоэлементы
█	34. Матрешка	В каждой плитке помещен пьезоэлемент
█	29. Самообслуживание	Для освещения стадиона используется энергия, выделяющаяся при движении спортсменов
█	Ст. Разделение в структуре	Совершенно иная структура покрытия поля
█	Ма. Разделение в материале	Используется покрытие с пьезоэлементами

↓

Противоречие	Объект	Описание		
СП	Стадион	Уменьшаем энергопотребление стадиона	vs	Снижается освещенность
РП	Стадион	Энергия должна потребляться (нужно освещать стадион)	vs	Энергия не должна потребляться

Рис. 2.1. Описание исследуемого артефакта «Стадион-электростанция» и результаты экстрагирования

³ Автор примера «Стадион-электростанция» – Захарова Ольга Аркадьевна, учитель физики, СОШ № 544, Москва

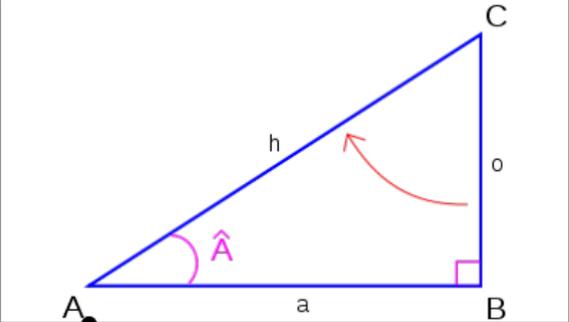
Пример 3. Таблицы Брадиса

Этот пример⁶ реально подтверждает справедливость высказывания одного из почитателей Модерн ТРИЗ, что **реинventing на основе Мета-Алгоритма Изобретения Т-Р-И-З – это «машина времени»**. Действительно, кто бы сейчас вспомнил о таком гениальном инструменте⁷ для быстрого определения значений всяких там логарифмов, или синусов и тангенсов, как «Таблицы Брадиса? А вот с МТРИЗ и МАИ Т-Р-И-З – пожалуйста!

Артефакт: Таблицы Брадиса

Систематизация знаний о тригонометрических функциях и занесение их в таблицы позволяет избежать приближенного значения синусов, косинусов и тд. Были введены в обиход советским математиком Владимиром Модестовичем Брадисом в книге под названием "Таблицы четырехзначных логарифмов и натуральных тригонометрических величин" или "четырёхзначные математические таблицы" в 1921 году.

Приближенное значение тригонометрических функц + ×



Таблицы Брадиса + ×



Проблема **БЫЛО** (Прототип-артефакт (предшественник))

Тренд → Редукция → Изобретение → Зуминг

Идея **СТАЛО** (Результат-артефакт (наследник))

Экстрагирование – 2 Экстрагирование – 1

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ: Таблицы Брадиса

Ранг	Навигатор	Соответствие
02.	Предварительное действие	Занесение значений тригонометрических функций в таблицы
16.	Частичное или избыточное действие	Значения функций для абсолютно всех значений углов, даже для тех, которые не необходимы (избыточное действие)
34.	Матрешка	Изобретение (сборник таблиц) содержит в себе множество информации
Ст.	Разделение в структуре	вычисления выполнены и перенесены в заранее подготовленные таблицы
Пр.	Разделение в пространстве	Отсутствие необходимости проведения построений

↓

Противоречие	Объект	Описание	
СП	значения тригон. функц	Невозможность произведения вычислений с большой точностью	vs Низкое качество конечного результата
РП	значения тригон. функц	Необходимость вычисления значения тригонометрических функций каждого угла	vs Отсутствие возможности вычисления значения функций для каждого угла

Рис. 3.1. Описание исследуемого артефакта «Таблицы Брадиса» и результаты экстрагирования

Вот попробуйте сами поделить длину противоположного катета ВС на длину прилежащего катета АВ, чтобы определить величину синуса соответствующего прилежащего угла «А с крышечкой!» Величину, допустим, определили, а вот, сколько это градусов будет? Слабо ответить? А ежели, наоборот, угол в градусах дан, то все же, сколько это будет в радианах? Слабо сказать?!

Роль таблиц Брадиса трудно переоценить. Вообще, вычисления с помощью таких таблиц сэкономили немеряное количество времени миллионов инженеров и других специалистов, выполнявших самые разнообразные расчеты.

⁶ Автор примера «Таблицы Брадиса» – Шмелева Елена Алексеевна, учитель математики, СОШ № 2091, Москва

⁷ В 1921 году впервые в России (СССР) вышли «Таблицы четырехзначных логарифмов и натуральных тригонометрических величин». Подобные таблицы были известны и ранее. Но эти были собраны вместе и адаптированы и для школьников и для инженеров. Автор: Владимир Модестович Брадис (23 декабря 1890 – 23 мая 1975) – советский математик-педагог, член-корреспондент АПН СССР (с 1955 года).

РЕИНВЕНТИНГ: Таблицы Брадиса									
Trend	<p>Минусы приближенного вычисления тригонометрических функций:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Неточность 2. Необходимость повторения действий для другого значения угла 								
Reducing	<p>Макро-ФИМ <input type="checkbox"/> X-ресурс, абсолютно не усложняя систему и не вызывая негативных эффектов, обеспечивает вместе с другими имеющимися ресурсами получение:</p> <p>Возможность отказаться от вычислений значений тригонометрических функций</p> <p style="text-align: center;">Стандартное Противоречие (СП)</p> <p style="text-align: center;">значения тригон. функций</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="text-align: center;">-</div> </div> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Невозможность произведения вычислений с большой точностью</td> <td style="width: 50%;">Низкое качество конечного результата</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">↓</div> </div> <p>09. Удобство изготовления <input type="checkbox"/> 06. Точность измерения <input type="checkbox"/></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>01 Изменение агрегатного состояния</td></tr> <tr><td>03 Дробление</td></tr> <tr><td>06 Использование механических колебаний</td></tr> <tr><td>37 Эквипотенциальность</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">Радикальное Противоречие (РП)</p> <p style="text-align: center;">значения тригон. функций</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Необходимость вычисления значения тригонометрических функций каждого угла</td> <td style="width: 50%;">Отсутствие возможности вычисления значения функций для каждого угла</td> </tr> </table>	Невозможность произведения вычислений с большой точностью	Низкое качество конечного результата	01 Изменение агрегатного состояния	03 Дробление	06 Использование механических колебаний	37 Эквипотенциальность	Необходимость вычисления значения тригонометрических функций каждого угла	Отсутствие возможности вычисления значения функций для каждого угла
Невозможность произведения вычислений с большой точностью	Низкое качество конечного результата								
01 Изменение агрегатного состояния									
03 Дробление									
06 Использование механических колебаний									
37 Эквипотенциальность									
Необходимость вычисления значения тригонометрических функций каждого угла	Отсутствие возможности вычисления значения функций для каждого угла								
Inventing	<p>Систематизация заранее вычисленных (модель 02 в полной мере!) с высокой точностью значений (модель 16) в виде справочника (таблицы Брадиса), что дало возможность отказаться от необходимости пересчета значений. Владимир Модестович Брадис совершил колоссальный труд, собрав значения всего диапазона логарифмов и угловых размеров с частотой дискретизации в 6' (одна десятая доля градуса) что позволяет с точностью до четвертого знака после запятой (одна десяти тысячная) выяснить значение тригонометрической функции каждого угла. В таблицах вложены несколько тригонометрических функций (модель 34).</p> <p>Значения вычислялись с помощью интерполяции (метод аппроксимации функции) - возможна интерпретация моделей 03 Дробление и 37 Эквипотенциальность.</p>								
Zooming	<p>Противоречие устранено: <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Быстрое определение значений тригонометрических функций.</p> <p>Сверх-эффекты: Возможность решения тригоном. уравнений без их упрощения путем замены на числовые значения</p> <p>Негативные эффекты: Трудоемкость работы с "бумажной" таблицей, на данный момент морально устарели</p> <p>Развитие: Повсеместно применяются в электронных вычислениях в физике, черчении и математике</p> <p>Изменения в среде: Снятие необходимости произведения малоточных построений и вычислений</p> <p>Красота решения: <input type="checkbox"/> 60 <input type="checkbox"/> Не очень эффективно за счет трудоемкости составления и формата. Также, может требовать</p>								

Рис. 3.2. Результаты реинвентинга как креативного перехода от состояния «было» к состоянию «стало» для объекта «Таблицы Брадиса»

Лаплас⁸ говорил, что изобретение логарифмов, «сократив труд астронома, удвоило его жизнь».

Для нас же в выполненном здесь реинвентинге важно то, что таблицы Брадиса представлены как **изобретение вычислительного инструмента**, а также то, что реинвентинг побудил нас (а значит, это возможно и для наших учеников) посмотреть в энциклопедии и узнать что-то новое и значительное для себя. Мне и самому было очень интересно, наконец, узнать хоть малую толику о таком замечательном человеке, как Владимир Модестович Брадис.

⁸ Пьер-Симон, маркиз де Лаплас (фр. *Pierre-Simon de Laplace*; 23 марта 1749 – 5 марта 1827) – французский математик, механик, физик и астроном; известен работами в области небесной механики, дифференциальных уравнений, один из создателей теории вероятностей. Заслуги Лапласа в области чистой и прикладной математики и особенно в астрономии громадны: он усовершенствовал почти все разделы этих наук.

Пример 4. Азот из воздуха

Замечательный пример! Выполненный здесь реинвентинг⁹ раскрывает нам фантастический мир настоящих изобретений, в которых важны не только функции и конструкции, а глубина, динамика и эффективность изобретательного мышления!

Как сделать так, чтобы не отравлять почву и воду миллионами тонн минеральных удобрений? Ведь это – временный выигрыш! Имеющий колоссальные последствия в виде болезней людей и истощения почв! Но в погоне за «урожайностью» растения «питают» синтетическими удобрениями с такой интенсивностью, которую Природа уже не выдерживает.

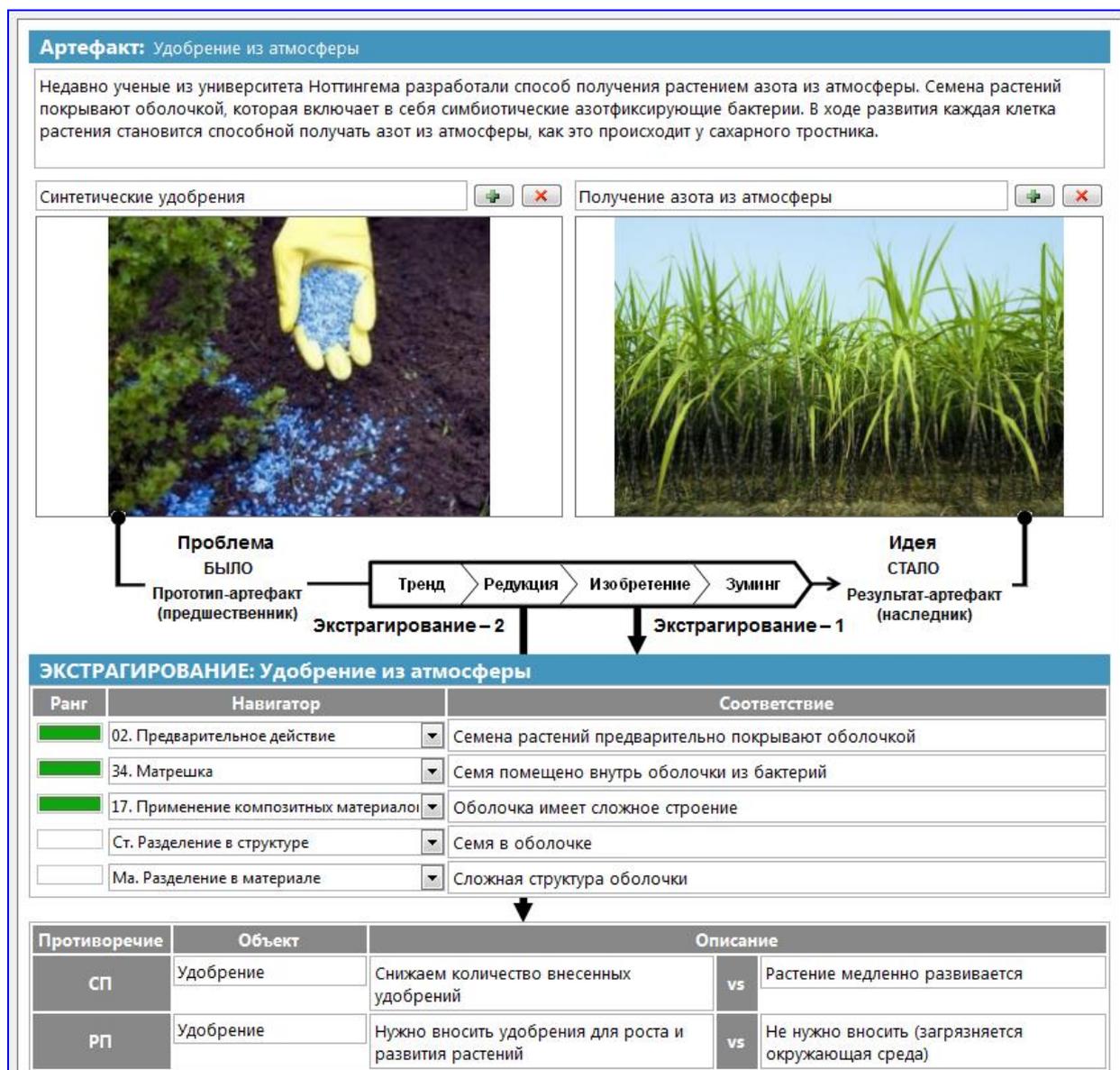


Рис. 4.1. Экстрагирование исследуемого артефакта «Азот из воздуха»

В то же время Природа делает замечательные изобретения! Тот же бразильский сахарный тростник потребляет азот прямо из... воздуха! И не нуждается в синтетических азотных удобрениях!

Профессор Эдвард Кукин¹⁰ (Edward Cocking, University of Nottingham) из английского университета города Ноттингема изобрел идею и за последние 10 лет разработал технологию под названием «азотфиксация». «В настоящее время известны лишь несколько видов растений, которые способны получать азот из воздуха. Это способность обеспечивается благодаря симбиотическим

⁹ Автор примера «Азот из воздуха» – Коршунова Елена Владимировна, учитель биологии, СОШ № 544, Москва

¹⁰ <http://www.nottingham.ac.uk/news/pressreleases/2013/july/world-changing-technology-enables-crops-to-take-nitrogen-from-the-air.aspx>;

азотфиксирующим бактериям¹¹ – эти бактерии снабжают растение азотом, а взамен питаются растительным сахаром. Большинство других растений должны получать азот через почву и в тех случаях, когда большое количество растений расположены на маленьком клочке земли, необходимо увеличивать содержание азота в почве путем использования удобрений.

Азотфиксирующие бактерии можно найти в нескольких разновидностях бразильского тростника, вследствие чего они хорошо известны своими высокими урожаями. Профессор Эдвард Кукин открыл, что один единственный вид данных бактерий способен заселить все основные посевные культуры на клеточном уровне. Способ ... включает в себя покрытие семян нетоксичной оболочкой, включающей в себя бактерии. Когда семена прорастают и растение развивается, бактерии попадают в него через корни и проникают в каждую его клетку. Это означает, что каждая из этих клеток становится способной получать азот из атмосферы, как это происходит у сахарного тростника.»

РЕИНВЕНТИНГ: Удобрение из атмосферы			
Trend	Синтетические удобрения являются огромным источником загрязнения окружающей среды		
	Макро-ФИМ X-ресурс, абсолютно не усложняя систему и не вызывая негативных эффектов, обеспечивает вместе с другими имеющимися ресурсами получение: Быстрый рост и развитие растений без загрязнения окружающей среды		
Reducing	Стандартное Противоречие (СП)		
	Удобрение		
	<table border="1"> <tr> <td>Снижаем количество внесенных удобрений</td> <td>Растение медленно развивается</td> </tr> </table>	Снижаем количество внесенных удобрений	Растение медленно развивается
	Снижаем количество внесенных удобрений	Растение медленно развивается	
- Выберите соответствующий фактор -	- Выберите соответствующий фактор -		
	[Кластер пуст]		
	Радикальное Противоречие (РП)		
	Удобрение		
	Нужно вносить удобрения для роста и развития растений & Не нужно вносить (загрязняется окружающая среда)		
Inventing	Семена растений покрывают оболочкой (02 Предварительное действие, 34 Матрешка), содержащей особые бактерии (17 Применение композитных материалов)		
	Когда семена прорастают и растение развивается, бактерии из оболочки попадают в них через корни и проникают в каждую его клетку. Каждая клетка становится способной получать азот из атмосферы		
Zooming	Противоречие устранено: Да Загрязнение почвы не происходит		
	Сверх-эффекты: Растение постоянно обеспечивается азотом		
	Негативные эффекты: Уменьшается содержание азота в атмосфере		
	Развитие: Широкое применение для любых растений		
	Изменения в среде: Экологичность		
	Красота решения: 100 Перспективно		

Рис. 4.2. Результаты реинвентинга для объекта «Азот из воздуха»

¹¹ [http://www.gizmag.com/n-fix-nitrogen-fixation/28482/;](http://www.gizmag.com/n-fix-nitrogen-fixation/28482/)
<http://wordscience.org/tehnologiya-azotfiksacii-sposobna-znachitelno-umenshit-ispolzovanie-udobrenij.html;>

Я хотел бы обратить внимание читателей вот на что: на этом примере можно показать и объяснить еще одну выдающуюся методическую схему ТРИЗ – «Многоэкранную схему».

Минимальная 9-экранная схема предписывает, что каждый объект нужно рассматривать как минимум на трех уровнях: собственно объект-систему (здесь – растение), подсистемы – корневая структура, стебли, бактерии и т.п., и сверх-систему, например, поле, засеянное этими растениями. А можно рассмотреть и сверх-сверх-систему, например, систему всех полей с этим растением. А можно рассмотреть и еще более высокий уровень, например, Природу, частью которой является «поле» и «совокупность полей».

Но и это не все: важно рассматривать каждый уровень в развитии во времени как смену состояний «было» – «есть» – «будет».

Поскольку мы находимся в состоянии «есть» для развиваемой системы (на центральном «экране»), постольку изобретение должно опираться на опыт прошлого и ставить цели, прогнозируя будущее для всех уровней в их взаимосвязи.

Вот и попробуйте смоделировать материал этого же примера на 9-экранной схеме!

А для опорной информации можно обратиться к сайту индустриально-коммерческих промоутеров этой технологии – компании Azotic Technologies Ltd.

The screenshot shows the website for Azotic Technologies, which is focused on sustainable nitrogen for agriculture. The page layout includes a green header with the company logo and navigation links: HOME, ABOUT US, TECHNOLOGY, NEWS & INSIGHT, and CONTACT US. The main content area is titled 'TECHNOLOGY' and features a sidebar with sub-links: Nitrogen Fixation, N-Fix, Crops, and Environment. The central text describes N-Fix as a unique technology that allows crops to fix nitrogen directly from the air, reducing the need for synthetic fertilizers. It lists several features: it is environmentally friendly, works for all crops, provides every cell in the plant with the ability to fix its own nitrogen, reduces the need for nitrogen-based fertilizers by up to 50%, offers a significant cost benefit, and is neither genetic modification nor bio-engineering. A diagram of a plant illustrates the process, showing nitrogen fixation from the atmosphere and the use of N-Fix (Nitrogen fixing bacteria) coated seeds. The company also mentions that it is the only one offering an 'intracellular' strain of this bacteria in non-legumes, based on 20 years of research.

Рис. 4.3. Описание технологии «Азот из воздуха» на сайте компании Azotic Technologies Ltd (<http://azotictechnologies.com>)

Я полагаю, что именно подобными примерами, мы могли бы привлечь внимание наших учеников в школах. Побудить их самих «походить» по Интернет-ресурсам, найти сопутствующую и базовую информацию для аналогичных реинвентингов. Мы при это учим их целенаправленному поиску не просто информации, а ЗНАНИИ, не просто цитат и ссылок, а ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИИ ВОПРОСА, ЯВЛЕНИЯ.

Тут и необходимость перевода с английского на русский (реже – с других языков, т.к. все международные конференции и реферирующие издания используют только английский как рабочий язык).

Пример 5. Животные на дороге

Этот с виду простой пример¹² хорош тем, что содержит реалистичное, спокойное и точное описание всех ситуаций и противоречий!

Действительно, именно в местах достаточно интенсивной каждодневной и сезонной миграции животных нужно создавать какие-то технические решения для предотвращения аварий с участием животных, выходящих на дорогу для пересечения ее. Например, можно строить¹³ туннели и мосты, но это весьма дорого.

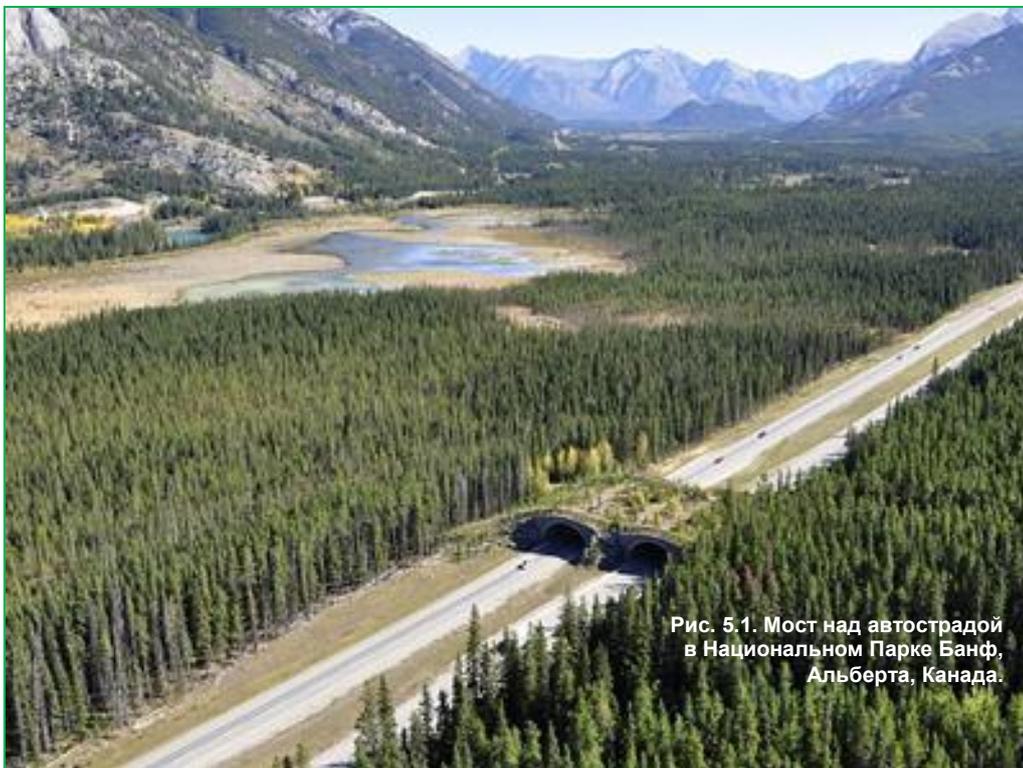


Рис. 5.1. Мост над автострадой в Национальном Парке Банф, Альберта, Канада.



Рис. 5.2. Мост над автобаном в Голландии.

¹² Автор примера «Животные на дороге» – Киселев Петр Николаевич, учитель математики, СОШ № 2091, Москва

¹³ http://www.peoples.ru/friday/bridges_for_the_animals__made_the_person.html

Очень важный творческий момент в интерпретации состоит в том, что автор четко определил **Идеальный Конечный Результат**: «Дорога и машина САМИ ночью отпугивают животных», выходящих на проезжую часть.

Но перед этим автор рассматривает **ПРОТОТИП** в виде забора вдоль дороги, причем, мы понимаем, что речь идет не о заборе в виде металлической сетки или проволоки (иногда под небольшим напряжением примерно в 40-60 вольт), а в виде сплошного забора, например, каменного, деревянного или из пластика.

Но тогда возникает **Радикальное Противоречие**:

ЗАБОР ВДОЛЬ ДОРОГИ ► должен быть (чтобы быть препятствием для животных) **VS**

НЕ должен быть, так как ухудшает видимость дороги для водителей.

Кстати, такой забор будет, возможно, еще дороже, чем мост(ы). Правда, есть и вопрос: а может быть, что животные – не все, конечно, а самые глупые из них, наподобие некоторых людей! – не пойдут через мост, а будут пересекать дорогу вне моста в «неположенном месте»?

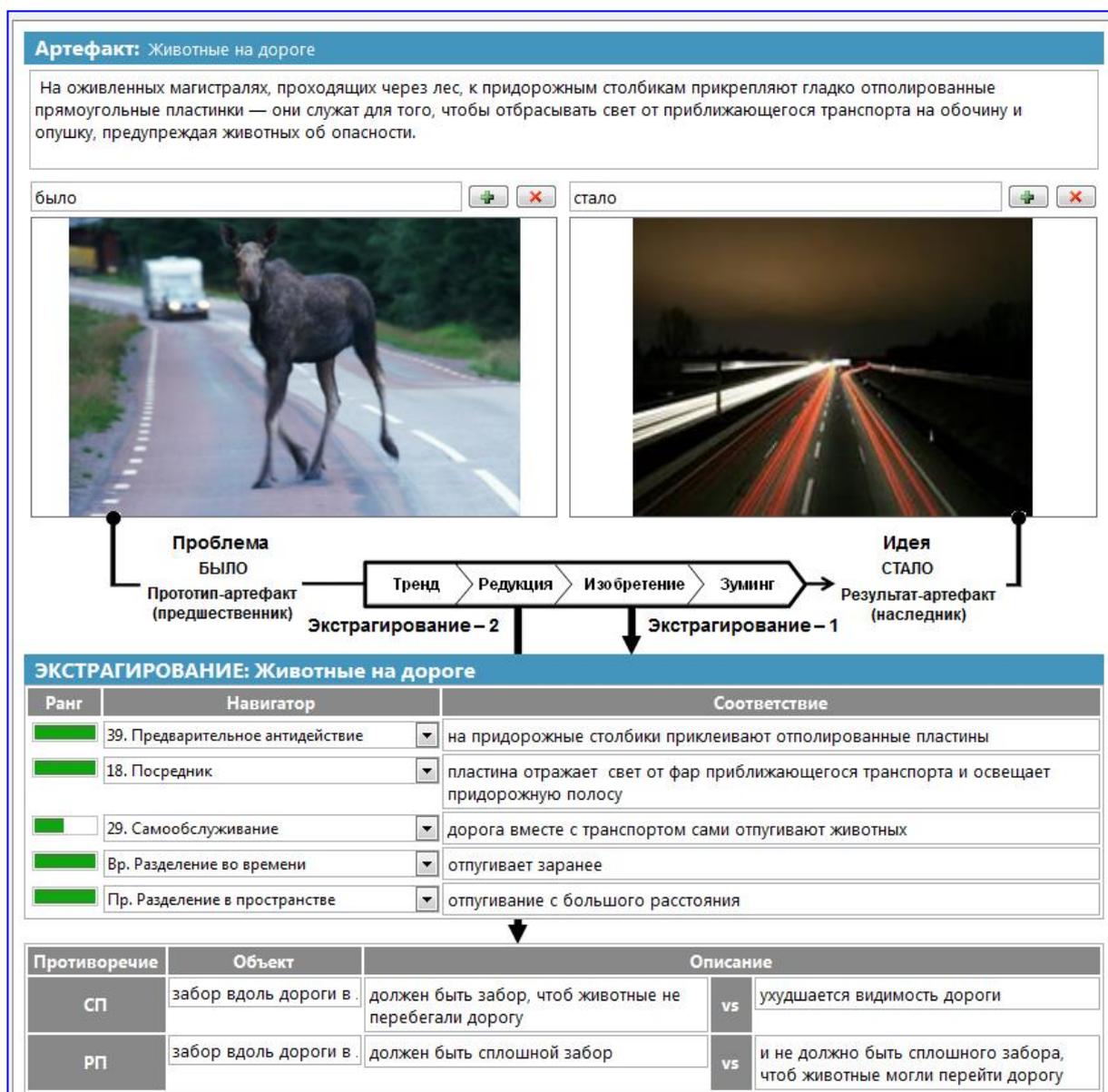


Рис. 5.3. Экстрагирование исследуемого артефакта «Животные на дороге»

Может сложиться и иная ситуация: найдутся умные или очень сильные животные, которые преодолеют любой забор – снизу или сверху!

Кроме того, забор может быть поврежден непогодой или людьми. И животные снова, только теперь уже без защиты, могут появиться на дороге. Особенно это опасно ночью.

Вот тут-то и пригодится изобретение, которое рассматривает автор **ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА.**

Очень хорошо выявлено и экстрагировано разделение противоречий в ресурсах (фундаментальные трансформации), а именно, если животное так или иначе попадает на дорогу:

1) можно предложить что-то, что отпугивало бы животных с дороги **ЗАРАНЕЕ**, как можно раньше, до наступления столкновения (**Оперативное Время, ОВ**) – это может быть, прежде всего, свет в ночное время; то есть, сигнал вынесен вперед за пределы Оперативного Времени! И ОВ (на котором может произойти столкновение) не должно поэтому наступить!

2) свет должен быть направлен в сторону от дороги и хорошо виден животным – сигнал подается в **Оперативном Пространстве, ОП!** То есть, это такой новый элемент в ОП, который работает теперь на предотвращение столкновения.

А где же «забор» как объект трансформации – спросите Вы? А можно ли ответить так: а забор стал виртуальным! Иным! В виде отпугивающего света, зато действующего там же, где должен был бы «стоять» настоящий забор – в Оперативном Пространстве.

ТРИЗ-решение: «забор» есть (функция, хотя бы частично – не пущать!) **И** «забора» нет!

РЕИНВЕНТИНГ: Животные на дороге	
T r e n d	Животные часто гибнут под колесами машин ночью, перебегая шоссе. Как предупредить животных о приближающейся машине?
R e d u c i n g	Макси-ФИМ <input type="checkbox"/> Оперативная зона сама обеспечивает получение: дорога и машина сами ночью отпугивают животных
	Стандартное Противоречие (СП)
	забор вдоль дороги в лесу
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="text-align: center;">-</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">должен быть забор, чтоб животные не перебежали дорогу</div> <div style="width: 45%;">ухудшается видимость дороги</div> </div>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">16. Длина неподвижного объекта <input type="checkbox"/></div> <div style="width: 45%;">35. Освещённость <input type="checkbox"/></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;">12 Местное качество</div> <div style="width: 45%;">29 Самообслуживание</div> </div>
	Радикальное Противоречие (РП)
	забор вдоль дороги в лесу
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">должен быть сплошной забор</div> <div style="width: 10%; text-align: center;">&</div> <div style="width: 45%;">и не должно быть сплошного забора, чтоб животные могли перейти дорогу</div> </div>
I n v e n t i n g	Для решения проблемы используются принципы: 18 посредник - на придорожные столбы прикрепляются отполированные пластины; 12 местное качество - столбы ставят на тех участках, куда потенциально могут выйти животные; 29 самообслуживание - при приближении транспорта пластины отражают свет от фар и освещают придорожную полосу, предупреждая (39 предварительное антидействие) близко находящихся животных.
	Опишите ЗДЕСЬ научные эффекты (если они есть)
Z o o m i n g	Противоречие устранено: Частично <input type="checkbox"/> животные не умирают
	Сверх-эффекты: меньше опасность и для водителей!
	Негативные эффекты: животные все равно выходят на дорогу
	Развитие: другие системы, например, ультразвуковые
	Изменения в среде: процент гибели животных на дорогах уменьшился на 67 процентов
	Красота решения: 80 <input type="checkbox"/> главное - все же это помогает!

Рис. 5.4. Результаты реинвентинга для объекта «Животные на дороге»

Пример 6. Игрушки из трубочек

Грустный, по понятным причинам, пример¹⁴.

Оперативное Время здесь действительно является «оперативным», или точнее, *послеоперационным* в буквальном смысле – как правило, все, что здесь описывается, относится ко времени выздоровления после той или иной операции. Болеют и взрослые, и дети. И понятно, что нет лучше средства для психологической поддержки больного, чем отвлечь его чем-то интересным, занимательным. Вот такое занимательное дело, состоящее в делании игрушек из подручных доступных материалов, и было придумано изобретательными умельцами.

К тому же, оказалось, что это занятие имеет и определенный **позитивный экологический сверх-эффект** – использованные материалы пошли на изготовление чего-то полезного, а не оказались просто выброшенными в мусор, и это не простой мусор, а очень вредный для Природы.

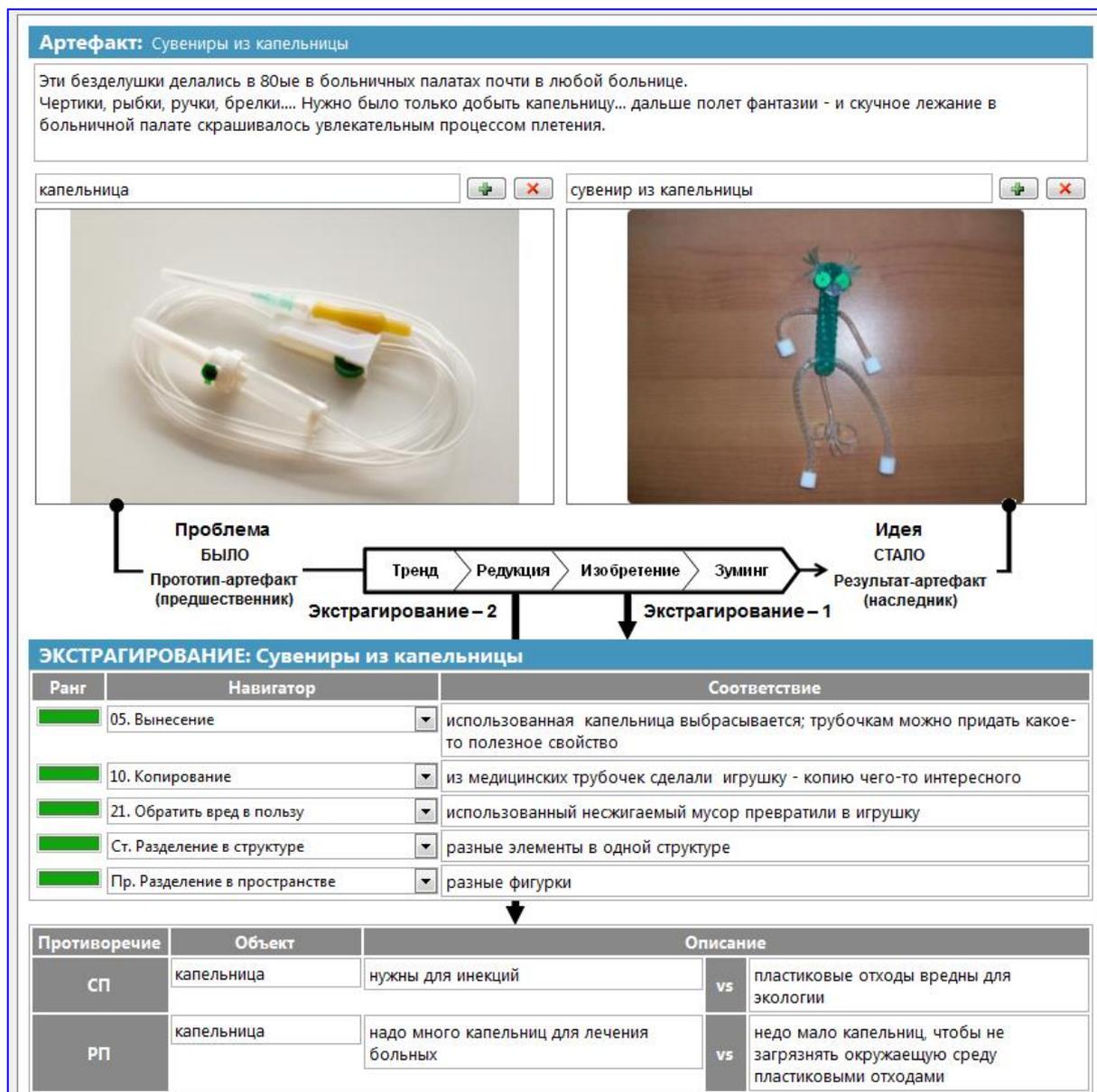


Рис. 6.1. Экстрагирование исследуемого артефакта «Игрушки из трубочек»

Что важно: в разделах **Тренд** и **Редукция** речь идет только о **ПРОТОТИПЕ**. Но вот в ИКР все же уже проблескивает ключевая «концептуальная» идея: а нельзя ли делать какие-то сувениры (игрушки) из доступного и выбрасываемого материала – трубочек от капельниц?

¹⁴ Автор примера «Игрушки из трубочек» – Саркисян Анушик Владимировна, учитель английского языка, СОШ № 626, Москва

Сказано – сделано! А дальше – уже дело фантазии и мастерства: браслеты, брелоки, колечки, заколки и накладки на волосы, ремешки – иногда очень длинные, многоцветные, и конечно, разнообразные игрушки – домики, чертики, птички, рыбки, реальные и фантастические животные, и тому подобное.

РЕИНВЕНТИНГ: Сувениры из капельницы					
T r e n d	В капельницах для переливания крови часто меняют длинные трубочки из пластика. Трубочки выбрасываются в мусор. Нельзя ли их как-то использовать?				
	Макси-ФИМ <input type="checkbox"/> Оперативная зона сама обеспечивает получение: сувениры из трубочек капельницы				
R e d u c i n g	Стандартное Противоречие (СП) капельница				
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>нужны для инъекций</td> <td>пластиковые отходы вредны для экологии</td> </tr> </table>	+	-	нужны для инъекций	пластиковые отходы вредны для экологии
	+	-			
	нужны для инъекций	пластиковые отходы вредны для экологии			
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ↓ ↓ </div>				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 14. Вредные факторы самого объекта 02. Универсальность, адаптация </div>					
<ul style="list-style-type: none"> 07 Динамизация 18 Посредник 19 Переход в другое измерение 24 Асимметрия 					
I n v e n t i n g	Радикальное Противоречие (РП) капельница				
	<table border="1"> <tr> <td>надо много капельниц для лечения больных</td> <td style="text-align: center;">&</td> <td>недо мало капельниц, чтобы не загрязнять окружающую среду пластиковыми отходами</td> </tr> </table>	надо много капельниц для лечения больных	&	недо мало капельниц, чтобы не загрязнять окружающую среду пластиковыми отходами	
надо много капельниц для лечения больных	&	недо мало капельниц, чтобы не загрязнять окружающую среду пластиковыми отходами			
Z o o m i n g	Люди придумали делать из трубочек игрушки и сувениры (05 и 10). Для этого трубочки нарезались и сплетались в разные объемные конструкции - человечки, животные, птички, рыбки и так далее (07 и 19). Многие из этих поделок могли потом долго применяться, а значит трубочки не попадали в мусор (21). Можно еще сказать, что эти игрушки становились помощником для поддержки позитивного настроения больных людей, особенно, детей, в клиниках - а это вполне есть реализация модели 18 Посредник.				
	Опишите ЗДЕСЬ научные эффекты (если они есть)				
Z o o m i n g	Противоречие устранено: Да <input type="checkbox"/> из вредного мусора получили игрушки				
	Сверх-эффекты: в больницах занять (отвлекать от болезней) детей приготовлением игрушек-сувениров.				
	Негативные эффекты: нет				
	Развитие: готовые игрушки продать на благотворительном аукционе или создать музей игрушек в больнице				
	Изменения в среде: игрушки создают настроение				
Красота решения: 100 <input type="checkbox"/> меньше вред Природе и больше пользы больным, особенно, детям!					

Рис. 6.2. Результаты реинвентинга для объекта «Игрушки из трубочек»

Единственное маленькое замечание, которое я мог бы сделать к этой работе, это интерпретация модели 18 Посредник: модель должна непосредственно участвовать в создании конструкции нового артефакта. Здесь же «посредником» являются две «вещи»: процесс создания игрушек, отвлекающий больного от его состояния, и потом сам продукт этого процесса – игрушка, продолжающая поддерживать настроение больного уже в новом качестве – игрушки!

Но я отнес эту интерпретацию на «стиль автора», на его право «художественного» видения, и не стал предлагать не включать эту модель в сделанный реинвентинг. Ведь, по сути грустного контекста, автор прав!

Пример 7. Цветы не вянут

«Красивый» во всех смыслах пример! И особенно тем, что, кроме рассмотрения красивого объекта¹⁵ – цветы в вазе! – отлично справляется с креативной интерпретацией технического решения, дающего возможность продлить время жизни букета в вазе!

Стандартное Противоречие:

ВОДА ► должен быть сменной (чтобы цветы дольше стояли в вазе)

VS иногда нет возможности вовремя заменить воду.

Что делать? Хорошо сформулирован ИКР: «**ВАЗА САМА ДОЛГО СНАБЖАЕТ ЦВЕТЫ ВОДОЙ**».

Зная конфликт, здесь ключевое слово – долго.

Но как это вдруг – то нельзя было «снабжать долго», а теперь будет можно?! А где же мы раньше были, что как-то так не делали?

Есть и ответ на этот вопрос – раньше не было таких материалов, как гелиевые шарики! Которые можно приспособить для вазы с цветами.

Артефакт: Шарики из гидрогеля

В профессии учитель есть и приятный сюрприз - в праздничные дни наши ученики любят радовать нас большим количеством букетов. Шарики из гидрогеля могут служить в качестве декорации, также можете применить вместо воды в вазе с цветами. Шарики набухнут и задержат воду в течение 30 дней. разноцветный декоративный гидрогель красиво выглядит, имеет приятный блеск. Его помещают в прозрачные сосуды, чередуя слои разного цвета. Черенки растений в нем прекрасно пускают корни,

ваза с водой



ваза с шариками



Проблема **БЫЛО** (Прототип-артефакт (предшественник))

Тренд → Редукция → Изобретение → Зуминг → Идея **СТАЛО** (Результат-артефакт (наследник))

Экстрагирование – 2 Экстрагирование – 1

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ: Шарики из гидрогеля

Ранг	Навигатор	Соответствие
01.	Изменение агрегатного состояния	Вода видоизменена - из обычного жидкого состояния она насыщает шарики
02.	Предварительное действие	Предварительно шарики надо приготовить - дать забрать в себя достаточно воды
40.	Непрерывность полезного действия	Шарики непрерывно в течении 30 дней отдают постепенно влагу
Вр.	Разделение во времени	Шарики предварительно наполняются водой. Многоразовое использование.
Ст.	Разделение в структуре	Вода теперь "раздроблена" на равные части-шарики

Противоречие	Объект	Описание
СП	вода	Необходимо часто менять воду в вазе с цветами, чтобы она не испортилась
РП	вода	Необходимо часто менять воду в вазе с цветами

Рис. 7.1. Экстрагирование исследуемого артефакта «Цветы не вянут»

¹⁵ Автор примера «Цветы не вянут» – Колесник Виктория Игоревна, учитель начальных классов, СОШ № 626, Москва

Итак, что же предложено?

По модели 01 Изменение агрегатного состояния: действительно, воду внутри шарика можно рассматривать как воду в другом состоянии – раздробленной на небольшие частички, и хранящейся в «закрытых микро-сосудах», в которых она без доступа воздуха дольше сохраняется.

У нас увлекаются моделью 02 Предварительное действие! Я оставил эту модель здесь только потому, чтобы спросить читателей – а что именно здесь «сделано заранее» во всей «технологической операции», каковой является непрерывное и длительное снабжение водой цветов в вазе? Причем, сделано так, чтобы быть (стать) частью всей операции? Вот и подумайте о всех pro et contra.

Модели 09 Изменение окраски и 40 Непрерывное действие... Ладно, согласимся, отступив немного от строгого наставничества. Помним о праве автора на свой технико-художественный стиль!

РЕИНВЕНТИНГ: Шарики из гидрогеля

T r e n d	Замена воды в вазе с цветами имеет несколько минусов: для этого нужно достаточно много времени, нужно большое количество воды, цветы с каждым разом претерпевают определенный стресс	
R e d u c i n g	Макси-ФИМ <input type="checkbox"/> Оперативная зона сама обеспечивает получение: Ваза сама долго снабжает водой цветы	
	Стандартное Противоречие (СП)	
	вода	
	+	-
	Необходимо часто менять воду в вазе с цветами, чтобы она не испортилась	Но я много работаю и мало времени могу уделить уходу за растениями
↓		
02. Универсальность, адаптация <input type="checkbox"/>		25. Потери времени <input type="checkbox"/>
01 Изменение агрегатного состояния		04 Замена механической среды
Радикальное Противоречие (РП)		
вода		
Необходимо часто менять воду в вазе с цветами	&	нет возможности часто менять воду
I n v e n t i n g	Вода теперь не налита в вазу, а медленно (01 изменение агрегатного состояния) поступает туда из гелевых шариков. Шарики заполняются заранее (02 предварительное действие) Вода может долго питать срезанные цветы в букете (40 - непрерывность полезного действия) Из-за изменения цвета материала гелевых шариков, теперь можно менять цвет наполнения вазы - присутствует модель 09 изменение окраски	
	Уникальные физические свойства воды и гелия. Вода впитывается в гелий, а затем постепенно переходит в нуждающееся растение	
Z o o m i n g	Противоречие устранено: Да <input type="checkbox"/> Менять воду в вазе не нужно	
	Сверх-эффекты: Экономия времени, плюс изменение внешнего вида вазы	
	Негативные эффекты: нет	
	Развитие: Можно попробовать изменить форму гелия- вместо шариков в какую-либо другую фигуру	
	Изменения в среде: Красота в самой вазе теперь дополнение к красоте цветов	
Красота решения: 100 <input type="checkbox"/> Просто, быстро и надолго. Гости часто интересовались		

Рис. 7.2. Результаты реинвентинга для объекта «Цветы не вянут»

Что бы я ввел сюда, так это модель 04 Замена механической среды – вся водная исходная среда получила новую структуру, размещаясь в микропорах гелиевого материала! Красивая идея!

Пример 8. Мануфактура

Этот пример¹⁶ является первым среди всех четырех замечательных сертификационных работ автора – *Primus inter pares*.

Посмотрите-ка, здесь есть все, что нужно для интеграции естественнонаучного знания с креативным моделированием Модерн ТРИЗ:

- историческая информация о времени, уровне производства, географии событий и процессов, структуре производства (основная тема), квалификации и характере труда на производстве, проблемах рассматриваемой организации трудовой деятельности;

Артефакт: Ремесленные цеха

Расцвет цехового производства в Европе пришёл на Средние века. Ремесленники были объединены в цеха по профилю работы. Цех принимал для всех общие "правила игры". Сам ремесленник был профессионалом, так как занимался всем производством сам. Однако такому специалисту иногда приходилось учиться десятки лет.

Ремесленник



Мануфактура



Проблема
БЫЛО
Прототип-артефакт
(предшественник)

→

Идея
СТАЛО
Результат-артефакт
(наследник)

Тренд

Редукция

Изобретение

Зуминг

Экстрагирование – 2

↓

Экстрагирование – 1

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ: Ремесленные цеха

Ранг	Навигатор	Соответствие
03.	Дробление	Разделение технологических процессов на отдельные этапы.
10.	Копирование	Работник, выполняя на своём этапе производства отдельные несложные операции, доводит их до автоматизма, что повышает эффективность работы.
16.	Частичное или избыточное действие	При переводе работника с подневольного на наёмный труд он будет стремиться больше заработать, а значит будет работать больше и лучше (т.е. будет мотивирован на хороший результат)
Вр.	Разделение во времени	Производство ремесленных изделий подразделяется на этапы, следующие друг за другом.
Ст.	Разделение в структуре	Каждый работник отвечает за свой участок работы, являясь частью общей структуры

↓

Противоречие	Объект	Описание	
СП	Ремесленный цех	Увеличение потребности общества в ремесленных товарах	vs Рост времени и стоимости производства ремесленных товаров.
РП	Ремесленный цех	Рост потребностей общества требует большего количества товаров	vs Расширение производственной базы невозможно из-за цеховых ограничений.

Рис. 8.1. Экстрагирование исследуемого артефакта «Мануфактура»

- не менее качественная информация о радикальном изменении в организации труда, о факте возникновения разделения труда с зарождением функциональной (впоследствии – профессиональной) специализации, о возникновении значительного выигрыша в производительности и качестве производственного процесса, а в заключение, и негативных аспектов изменений – закреплении работников на узкоспециализированных монотонных

¹⁶ Автор примера «Мануфактура» – Васин Михаил Викторович, учитель истории, СОШ № 626, Москва

