

Прушинский Валерий Олегович

АЛГОРИТМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ  
И СХЕМЫ ГИБРИДИЗАЦИИ

Диссертационная работа  
для проведения сертификации по ТРИЗ на высший уровень (Мастер ТРИЗ)

Научный руководитель - Мастер ТРИЗ В.М. Герасимов

Донгтан

2011

## Содержание

Содержание .....	2
Введение .....	3
Актуальность темы исследования .....	3
Обзор известных подходов по данной проблеме .....	5
Развернутая постановка проблемы.....	5
Методы решения поставленной проблемы .....	6
Результаты проведенного исследования .....	6
Практика применения.....	7
Анализ результатов проведенного исследования.....	8
Личный вклад соискателя.....	8
Список работ, опубликованных по теме диссертации .....	8
Алгоритм последовательной гибридизации продуктов .....	10
Практика многошаговой гибридизации при создании сложных концепций .....	21
Генотип продукта .....	35
Сложение .....	38
<b>Алгоритм «Копирование и Вставка»</b> .....	39
<b>Алгоритм “Прорезание”</b> .....	43
<b>Типы объединения</b> .....	45
Вычитание.....	46
<b>Алгоритм вычитания</b> .....	49
<b>Вычитание с удалением доминирующего признака продукта и назначением нового доминантного признака</b> .....	49
Деление.....	50
<b>Алгоритм деления</b> .....	51
Умножение .....	52
<b>Алгоритм умножения (размножения) признака</b> .....	53
<b>Алгоритм сложения с размножением выбранного признака</b> .....	55
Описание процесса эволюции продукта с применением разных схем гибридизации	60
Заключение .....	65
Приложение 1 – Типовые Схемы Гибридизации.....	67
Список Литературы .....	75

## **Введение**

Повышение идеальности технических систем осуществляется путем развертывания – увеличения количества и качества выполняемых функций за счет усложнения системы, и свертывания – упрощения системы при сохранении или увеличении количества и качества полезных функций. Практика применения данного подхода началась с внедрения изобретательского приема «Принцип Объединения» (Г.С. Альтшуллер [1]), в рамках перехода «Моно-Би-Поли» (Г.С. Альтшуллер [2]), «Развития альтернативных (или конкурирующих) технических систем путем их объединения в надсистему» (В.М. Герасимов, С.С. Литвин [3]), а также в рамках развертывания би- и поли-систем (Б.Л. Злотин, А.В. Зусман [4]) и алгоритма гибридизации альтернативных систем (В.М. Герасимов [5]) .

В данной работе рассматриваются схемы развертывания и свертывания систем путем гибридизации. Автором разработан Алгоритм Последовательной Гибридизации Систем (Продуктов), впервые опубликованный в 2005 году. В рамках данной работы, подход генетической инженерии в биологии перенесен на эволюцию технических систем. При подборе примеров и иллюстраций при разработке схем гибридизации автор фокусировался на выявлении успешных манипуляций, приводящих к появлению продуктов с многомиллионными продажами. Наиболее часто встречающиеся базовые манипуляции описаны в виде простых схем. В результате исследования предложены алгоритмы и рекомендации по гибридизации продуктов. Для описания принципов гибридизации в данной работе специально использованы очень простые примеры. В то же самое время простые алгоритмы позволяют добиться результата даже в самых сложных случаях, один из таких проектов описан в разделе «Практика применения многошаговой гибридизации при создании сложных концепций».

### ***Актуальность темы исследования***

Развертывание путем объединения систем наиболее подробно было описано В.М. Герасимовым в виде Алгоритма Объединения Альтернативных Систем. В этом алгоритме речь идет об объединении двух альтернативных систем. Интуитивно было понятно, что объединение множества систем - перспективный путь создания и развития технических систем, но ясных рекомендаций как это делать не было. Возникали вопросы: а что если системы не альтернативные? И что делать если систем гораздо больше чем две?

В биологии существует эндосимбиотическая теория эволюции (с греческого языка endo- означает внутри и –symbiosis означает совместное существование), выдвинутая в начале прошлого века русским ученым К.С. Мережковским. Теория была сначала отвергнута научным сообществом, а потом возрождена и расширена на основании экспериментальных данных в работах американского биолога Л. Марголис. Эндосимбиотическая теория объясняет, что отношения между организмами различных классов является движущей силой эволюции. Считается, что генетическая

изменчивость происходит в результате обмена генетической информацией между бактериями, вирусами и сложными клетками [6]. В настоящее время признается, что значительная часть человеческого генома имеет бактериальное или вирусное происхождение – результат эндосимбиотических отношений, произошедших в древнее или совсем недавнее время. Это утверждение поддерживает идею того, что симбиотические отношения являются движущей силой эволюции как человека, так и других организмов. Если данные принципы так хорошо работают в живой природе, то почему бы их не перенести на технические системы? Это не просто, поскольку в ТРИЗ не было инструментов моделирования, описывающих перенос наследственных черт.

В ТРИЗ для описания процесса развития технических систем традиционно используются функциональные и вепольные модели. В вепольном моделировании техническая система описывается как сочетание веществ и полей, в функциональном – как набор функций системы.

Таким образом, при описании эволюционирования технических систем (продуктов) с точки зрения биологической эволюции, назрела необходимость в создании своих инструментов моделирования. Эти инструменты должны условно, но наглядно описать продукты, черты или признаки, отобранные и использованные в процессе скрещивания, и получившийся гибридный продукт - результат процесса скрещивания. Данный подход описан в виде Базовых Схем Гибридизации (Приложение 1). Возникает вопрос: почему для алгоритма и схем использовано слово «гибридизация»? Разве нельзя было использовать уже существующую устоявшуюся в технике терминологию - слова «объединение» или «интеграция»? Использование термина «гибридизация» - не дань моде, дело в том, что в ранних подходах в основном рассматривалось именно объединение свойств технических систем, а в генетической инженерии, манипуляции часто сводятся к сложению, вычитанию, делению, размножению и обмену генетическим материалом. Именно поэтому решено было использовать термин «гибридизация», описывающий любые манипуляции с генетическим материалом, а не только объединение материалов двух систем. Заметим, что рамках данной работы рассмотрены ТОЛЬКО схемы гибридизации с применением сложения, вычитания, деления и умножения. Для упрощения работы по схемам гибридизации разработаны алгоритмы-рекомендации, позволяющие пользователям шаг за шагом пройти через процессы скрещивания продуктов или технических систем.

Таким образом, целью исследования стала разработатка алгоритмов и инструментов моделирования для описания процессов эволюционирования технических систем существующих в условиях рыночной экономики с точки зрения многошагового скрещивания.

В данной работе используются как термин «продукт», так и термин «техническая система». Почему? Во-первых, для описания процессов эволюции появилась необходимость в расширенном толковании термина «техническая система». К примеру, йогурт не имеет двигателя и трансмиссии, то есть не является полной

технической системой. Это не мешает рассматривать данный продукт и его признаки, получая концепции нового поколения продукта путем гибридизации. Во-вторых, чтобы эффективно общаться с инженерами-дизайнерами, специалистами по продажам и маркетингу, решено было использовать привычный им термин – продукт. Ведь «продукт» - это любая вещь, продающаяся на рынке, включая любую техническую систему.

### ***Обзор известных подходов по данной проблеме***

Первыми известными подходами решения данной проблемы в ТРИЗ были изобретательские приемы «Принцип объединения» и «Принцип дробления», разработанные Г.С. Альтшуллером. В 1984 году в публикации в журнале «Изобретатель и рационализатор» Б.Л. Злотин впервые предложил термин «конкурирующие системы» и описал работу с такими системами. В конце 80-х годов прошлого столетия, В.Г. Герасимов и С.С. Литвин разработали метод объединения альтернативных систем в виде особого инструмента, дающего очень хорошие результаты в практической работе. В то же время, Б.Л. Злотин и А.В. Зусман продолжили детальную разработку своих инструментов по объединению конкурирующих систем. Интересно, что В.Г. Герасимов далее выдвигал идею по работе с цепочками альтернативных систем в процессе перехода в надсистему.

### ***Развернутая постановка проблемы***

Таким образом, появилась и была осознана необходимость в разработке методики, алгоритмов и инструментов моделирования, помогающих пользователям пройти через процесс гибридизации множества систем и разрешить противоречия их объединения.

Методика должна быть ясной и работать в руках как продвинутых, так и начинающих пользователей ТРИЗ. То есть быть понятной и простой при изучении, но мощной, дающей отличные результаты при ее применении.

Методика гибридизации должна работать в условиях рыночной экономики и не только поддерживать решение изобретательских задач в процессе инноваций, но и помогать в создании концепций новых продуктов. Необходимость создания и вывода на рынок все более новых, постоянно сменяющих друг друга поколений продуктов в настоящее время также обусловлена тенденцией уменьшения срока жизни потребительских продуктов и переходом к широкому использованию одноразовых продуктов. То есть разработка концепций новых продуктов быстро, точно и экономично остается эксклюзивной целью нашего времени и требует все более мощных инновационных инструментов. Методики и инструменты должны быть доступными, простыми и модульными, то есть позволяющими легко менять структуру инновационного процесса.

Источники методик и процессов должны быть открытыми, позволяющими сообществу разработчиков их применение, совершенствование и постоянное развитие.

### ***Методы решения поставленной проблемы***

Первоначальный анализ и разработка методики проводилась автором в традиционной для ТРИЗ форме – путем накопления информации и анализа истории эволюции различных продуктов.

Формально, накопление информации проходило на стадии изучения ситуации десятков проектов, проведенных во время работы автора в компании Ideation International Inc и продолжении работы в компании Samsung Mobile Display. Исследование эволюционирования потребительских продуктов в условиях рыночной экономики, позволило увидеть, описать и сравнить особенности характерные для биологической эволюции и для технологической эволюции продуктов.

После описания происходящих процессов были разработаны алгоритмы и схемы гибридизации, помогающие пользователям генерировать концепции последующих поколений их продуктов, используя ограниченное количество шагов. При этом главным требованием к разрабатываемым методикам была направленность на практическое применение, простота, понятность и дружелюбность по отношению к пользователям (т.е. методы должны быть лаконичными и ясными, и не должны вызывать разочарования и отвращения слишком большим количеством непонятных шагов).

### ***Результаты проведенного исследования***

Разработана методология последовательного многошагового скрещивания различных продуктов на основе отбора признаков, наиболее привлекательных для создания новых гибридных продуктов. Отбор производится на основе анализа и выбора позитивных и негативных признаков продуктов, разрешения противоречия скрещивания и создания портрета нового гибридного продукта.

В процессе многошаговой гибридизации могут использоваться разные схемы гибридизации. В данной работе рассмотрены схемы гибридизации с применением сложения, вычитания, деления и умножения выбранных признаков/черт для создания концепций новых поколений продуктов. При этом, даже если в результате процесса создаются необычные и «монстроидальные» концепции, которые выглядят «ошибочными», они применяются для последующих итераций скрещивания и служат прототипами для создания все более совершенных, элегантных и логичных концепций. При этом, развитие вовсе не сводится только к скрещиванию старых концепций. Использование старых концепций – один из возможных вариантов, но

главное, что для продвижения вперед в гибридизации активно используются новые эволюционные ресурсы: свежие открытия, инженерные решения и концепции новых продуктов.

Основными мотивациями применения алгоритмов скрещивания является их понятность новому поколению инженеров проектировщиков, владеющих различными компьютерными программами трехмерного моделирования типа AutoCAD, Solid Works, Pro Engineering. Идеология современного проектирования во многом складывается под влиянием накопления и повторного использования трехмерных чертежей деталей и сборочных узлов различных продуктов. В духе использования таких программ, в алгоритмах гибридизации предлагается представить себе скрещиваемые продукты, выделить части, отвечающие за отобранные признаки, и разрешить противоречия скрещивания, мысленно манипулируя этими имиджами. С этой точки зрения, разработанные алгоритмы особенно подходят для пользователей, привыкших работать с имиджами, визуальной информацией, ведь для них совершенно естественно представлять процесс создания новых концепций в виде серии мысленных изображений, постепенно изменяющихся в процессе прохода по шагам алгоритма.

## **Практика применения**

В результате исследования предложены алгоритмы и рекомендации по гибридизации продуктов. Подходы многошаговой гибридизации и создания популяций новых продуктов путем гибридизации успешно применялись автором при выполнении проектов для ведущих американских компаний (Homedics, Helen of Troy, Procter and Gamble, BP Amoco, Unilever и др.) в таких областях как здравоохранение, потребительские продукты, продукты по уходу за домом, нефтедобыча и нефтепереработка, упаковка, пищевые продукты и автомобильная промышленность. Сейчас автор работает в компании Samsung Mobile Display, продолжая совершенствовать методологию. За последний год, по результатам применения данного подхода в различных проектах, автором подано 12 патентов.

В данной работе использование многошагового скрещивание иллюстрировано небольшой частью примеров проекта "Разработка новых эндоскопических инструментов для хирургических операций проводимых через естественные отверстия [на английском языке проект называется «Development of new endoscopic instruments and procedures for NOTES», где NOTES – аббревиатура от названия «Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery» - В.П.]. По результатам проекта было подано 9 патентных заявок. Прототипы инструментов запроектированы, изготовлены и успешно испытаны на животных. Это дало возможность привлечь инвестиции, и создать коммерческую компанию, получившую право на продолжение работ и использование всего пакета разработанной интеллектуальной собственности. После завершения первоначальных исследований компания разместила акции на рынке и

успешно провела следующий этап привлечения финансирования для выведения разработок на рынок и ведения дальнейших исследований.

### ***Анализ результатов проведенного исследования***

В результате разработки алгоритмов многошаговой гибридизации, появилась методика, позволяющая описывать и работать с наследственностью в процессе технологической эволюции.

Схемы гибридизации позволяют описание процессов передачи наследственных черт в процессе эволюции продуктов и описывают возможные варианты взаимодействия разных продуктов.

Разработанный подход поддерживает общность эволюционных процессов, происходящих в живой и неживой природе.

Различные элементы разработанной методики могут применяться для улучшения качества продуктов, создания новых рынков, развития продуктовых линий, снижения затрат труда и стоимости, улучшения процесса производства, замены материалов, снижения влияния на окружающую среду, снижения энергопотребления, согласования с законодательством, разработки концепций новых поколений продуктов, решения изобретательских проблем, создания и расширения портфеля интеллектуальной собственности продуктов, прогнозирования развития продуктов.

### ***Личный вклад соискателя***

Постановка задачи исследования, анализ исторической информации, разработка методических рекомендаций и алгоритмов последовательной гибридизации продуктов являются личным вкладом соискателя.

### ***Список работ, опубликованных по теме диссертации***

1. Reconstruction of Technological Evolution through Hybridization of Technical Systems. V. Prushinskiy, V. Gerasimov, G. Zainiev. 3rd Annual Conference of the Altshuller Institute for TRIZ Studies, 2001.
2. Joint Application of Hybridization and Idealization Approach. V.Prushinskiy. 4th Annual Conference of the Altshuller Institute for TRIZ Studies, 2002.



3. Typical Failure Analysis Problems: Their Symptoms and Recommended Solution Procedures. Vladimir Proseanic, Svetlana Visnepolschi, Valeriy Prushinskiy. 4th Annual Conference of the Altshuller Institute for TRIZ Studies, 2002.
4. HYBRIDIZATION: THE NEW WARFARE IN THE BATTLE FOR THE MARKET. Val Prushinskiy, Vladimir Gerasimov, Gafur Zainiev. ISBN 1-59872-069-4
5. Operating Systems for Innovation: What Roles do they play in technology management and how do they increase the value of intellectual assets? Valeriy Prushinskiy, Zion Bar-El. 31st Annual Great Lakes Biomedical Conference. From Ideation to Product Launch, 2007.
6. Applying TRIZ to Breakthrough Innovations in Healthcare. V. Prushinskiy. Annual Conference of the Altshuller Institute for TRIZ Studies, 2010.
7. Hybridization of Alternative Systems. Basic Schemes of Hybridization. Hybridization of Populations. V. Prushinskiy. Creativity as an Exact Science – Vinci, Italy, Annual Conference, September 20-22, 2010.
8. Basics of Hybridization for new concept development. Valeriy Prushinskiy, Minsoo Kim, HeungYeol Na, Wonsik Hyun. Global TRIZ Conference 2011 in Korea. March 9-11, Seoul, Korea, 2011.
9. Case Study: Applying TRIZ for improving endoscopic instruments and procedures. Valeriy Prushinskiy, Minsoo Kim, HeungYeol Na, Wonsik Hyun. Global TRIZ Conference 2011 in Korea. March 9-11, Seoul, Korea, 2011.
10. Hybridization of alternative systems and multi-step hybridization for new concept development. Valeriy Prushinskiy. TRIZ Conference. May 7, 2011, Taipei, Taiwan.

## Алгоритм последовательной гибридизации продуктов

Данный алгоритм был впервые опубликован автором в книге «Гибридизация: новое оружие в рыночных войнах» в 2005 году. Этот алгоритм разработан в духе алгоритма объединения альтернативных систем В.Г. Герасимова, но предназначен для объединения не-альтернативных, а различных систем. Поясним шаги данного алгоритма на простом примере объединения столовых приборов. Чаще всего различные системы по-прежнему объединяются как попало, то есть при помощи Метода Проб и Ошибок, поэтому начнем с описания объединения трех систем - ложки, вилки и ножа - методом МпиО (результат объединения показан на рисунке 1).



Рис. 1

На рисунке 1 изображен мужчина с загадочным предметом в руке: это ложка, по краю которой приделаны длинные шипы-вилки, а вдоль нижней части приделан нож. Понятно, что пользоваться таким гибридным продуктом очень сложно, даже при простой попытке съесть ложку супа губы наткнутся и на зубцы вилки, и будут порезаны ножом. Автор использовал изображение из передачи «Mad TV», и хотя

сценаристы этой передачи как всегда немного преувеличили возможности «креативных» инноваторов. Не только в данном примере, но и во многих других случаях, когда возникает необходимость скрестить три и более системы, количество «проб» и соответственно «ошибок» растет, и выбрать наилучший способ объединения систем трудно.

Для начала, вернемся от МПиО к процессу объединения двух систем, описанному в ТРИЗ. Рассмотрим шаги классического алгоритма объединения альтернативных систем на кажущимся простым примере объединения ложки и вилки (Полное описание шагов алгоритма гибридизации альтернативных систем В.М. Герасимова см. [5]).

На первом шаге мы исследуем ложку – первую систему (рис. 2а). Ложка позволяет есть жидкие и сыпучие блюда. Ее плюс - возможность есть и жидкие супы, и каши, и твердые кусочки мяса, если они в нее помещаются. Большой минус ложки – невозможность есть ею, накалывая на нее большие куски твердой пищи, например бифштекса.

На следующем шаге мы определяем достоинства и недостатки вилки (рис. 2б): на вилку можно насаживать и есть с ее помощью большие куски мяса, но ею невозможно зачерпывать суп. Можно сказать, что ложка и вилка – альтернативные системы, так как по терминологии теории изобретательства они имеют противоположные достоинства и недостатки (То есть проще говоря, плюсы вилки – это минусы ложки, а минусы вилки – это плюсы ложки). В таком случае, удобно формулировать противоречие объединения альтернативных систем: новая система должна быть как ложка, чтобы есть жидкие блюда, и новая система должна быть как вилка, чтобы есть большие куски твердых продуктов. (Заметим здесь, что цель нашего объединения – объединить достоинства, и отбросить недостатки обеих систем).

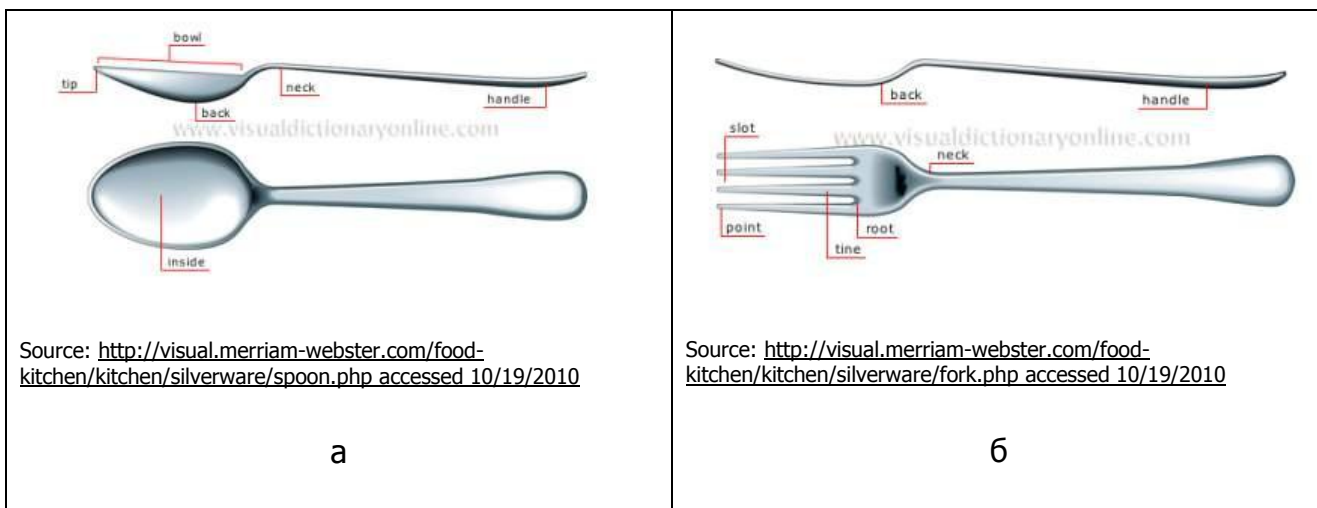


Рис. 2

Сейчас мы должны выбрать базовую систему. Классический алгоритм советует выбрать более дешевую систему базовой. В нашем случае, поскольку ложка и вилка не сильно отличаются по стоимости, выберем ложку (Всегда есть возможность после первого прохода по алгоритму вернуться назад и попробовать назначить базовой вторую систему).

Далее мы выбираем оперативную зону – это область, в которую мы далее перенесем свойства или элементы альтернативной системы. В случае ложки назначим оперативной зоной сегмент на ее конце (рис. 3). В этой зоне мы улучшим функциональность ложки, и попытаемся ликвидировать недостаток ложки – невозможность наколоть и донести до рта кусок твердой пищи, например кусок бифштекса. При переносе свойств в оперативную зону во время объединения ложки и вилки попытаемся изменять как можно меньше, придерживаясь формулы: «ничего не изменилось, но наш недостаток – невозможность наколоть и донести до рта куски твердой пищи – исчезает».



Рис. 3

Внимательно приглядимся к вилке еще раз: какие ресурсы нам пригодятся при объединении с ложкой? Итак, вилкой можно проткнуть кусочек бифштекса, и «транспортировать» его прямо в рот. Тонкие зубцы вилки помогают это сделать – значит они и есть наш главный ресурс. Теперь можно описать портрет нашей гибридной «ложковилки»: она должна выглядеть как ложка: иметь ручку для удержания рукой и маленькую чашку на конце для зачерпывания жидкой пищи, например супа. В оперативную зону, которую мы определили на конце ложки, мы переносим ресурсы – зубцы вилки (рис. 4а). Смотрится страшновато: на конце обычной ложки появились зубцы вилки. Стало неудобно есть ложкой! Для устранения этих недостатков и существует последний шаг алгоритма: отследить изменения, определить какие недостатки остались или вновь появились в гибриде, и если нужно, пройти еще один цикл и устранить их. При этом, всегда возможны различные варианты устранения недостатков. К примеру, можно прорезать зубцы вилки прямо на ложке. Но тогда и суп будет выливаться сквозь щели, и накалывать мясо будет сложно (рис. 4б). Сделаем ложку больше, это даст нам дополнительное пространство для прорезания зубцов. Сейчас мы по-прежнему можем не только зачерпывать достаточно супа и каши, но и накалывать куски мяса и овощей (рис. 4в). Другой вариант – разделить ложку в пространстве, нарезать зубцы на ее половине, а вторую половину отделить перегородкой и сделать в ней ложку. (рис. 4г).



Мы рассмотрели случай объединения двух альтернативных систем – ложки и вилки. Но в нашем первом «неправильном» примере случай более сложный: ложка, вилка и

нож объединяются в один гибрид. К тому же, нож не является альтернативой вилке или ложке: имея один только нож, мы не сможем есть жидкую или твердую пищу. Для случаев объединения трех и более систем автором был предложен «Алгоритм последовательного объединения продуктов». Первая версия данного алгоритма была опубликована в 2005 году [8]. Согласно этому алгоритму, мы не сразу объединяем все системы между собой, а делаем это последовательно. Мы выбираем первые две системы и скрещиваем их между собой, затем скрещиваем получившийся гибрид со следующей системой и так далее. Таким образом, процесс скрещивания разбивается на несколько последовательных циклов.

Поясним шаги этого алгоритма на примере объединения вилки, ложки и ножа.

## 1. Описание первого продукта (P1)

- Описать первый продукт в виде набора простых идей (или описания генетических признаков продукта, см. ниже)
- Описать недостатки, которые должны быть устранены
- Описать преимущества продукта и связанные с ним недостатки (сформулировать как противоречие)
- Описать ограничения на изменения (нельзя менять ничего, возможны частичные изменения, менять можно все)

*Как и при объединении двух систем начнем с ложки. Ложка – столовый прибор, состоящий из ручки и небольшой емкости для зачерпывания жидкой и рассыпчатой пищи и её транспортировки в рот пользователя. Ее главное достоинство - возможность есть (то есть черпать и переносить в рот) жидкую пищу, а недостаток – неспособность протыкать и удерживать большие куски твердой пищи, такой как куски мяса или овощей.*

## 2. Описание кандидата на скрещивание – второй продукт (P2)

- Описать первый продукт в виде набора простых идей или в виде генотипа продукта
- Описать недостатки, которые должны быть устранены

- Описать преимущества продукта и связанные с ним недостатки (сформулировать как противоречие)
- Описать ограничения на изменения (нельзя менять ничего, возможны частичные изменения, менять можно все)

*Вилка – столовый прибор, состоящий из ручки и зубцов, служащий для накалывания пищи и переноски ее в рот. Главное достоинство – возможность протыкать еду, а недостаток – невозможность зачерпывания жидкой пищи. Заметим здесь, что и ложка, и вилка могут использоваться для зачерпывания и доставки в рот рассыпчатой еды, но ни ложка, ни вилка не могут отделять мелкие порции от куска твердой пищи. То есть попросту не могут разрезать мясо на кусочки.*

### 3. Описать противоречия скрещивания

При выполнении данного шага противоречия продуктов (P1) и (P2) записываются в общее утверждение. (то есть достоинства объединяются в одно утверждение, а недостатки – отбрасываются).

Возможно использование следующей формы:

Если выбирается продукт (P1), то

*<достоинство, полезная функция продукта P1 >* - будет плюсом новой системы,

*< недостаток, вредная функция продукта P1 >* - будет минусом новой системы.

Если выбирается продукт (P2), то

*<достоинство, полезная функция продукта P2 >* - будет плюсом новой системы,

*< недостаток, вредная функция продукта P2 >* - будет минусом новой системы.

*Тогда противоречие скрещивания можно описать так:*

*Новый гибридный продукт должен быть таким же, как продукт P1, чтобы иметь <достоинство, полезная функция продукта P1 >, и новый гибридный продукт должен быть таким же, как продукт P2, чтобы иметь <достоинство, полезная функция продукта P2>.*

*Новый гибридный продукт (Назовем его для простоты «Ложковилка») должен быть как ложка, чтобы хорошо зачерпывать и переносить в рот жидкую еду, и новый продукт должен быть таким же как вилка, чтобы протыкать и доставлять в рот твердую пищу.*



#### 4. Выбор доминирующего продукта (системы)

Определить, признаки какого продукта будут доминантными в гибридном продукте.

При этом, если желательно получить новый продукт для категории дешевых продуктов, продукт с более низкой стоимостью выбирается доминантным.

Если гибридный продукт предназначен для категории высококачественных дорогих продуктов, выбирается более дорогой продукт с более «продвинутыми» признаками.

*Выбираем ложку доминирующим продуктом гибридной «Ложковилки».*

#### 5. Выбор ресурсов гибридизации

Определить, какие признаки (T1), (T2), (Tn) определяют необходимую функциональность продуктов (P1), P2), (Pn).

Определить, какие элементы обеспечивают позитивные черты или преимущества продуктов (P1), P2), (Pn).

*Тонкие зубцы вилки позволяют ей протыкать и удерживать пищу.*

#### 6. Описание портрета гибрида

Описать элементы доминантного продукта (системы), определяющие его преимущества.

Перенести ресурсы второго продукта на доминантный продукт.

Как правило, в первом цикле процесса скрещивания и переноса ресурсов желательно попытаться разрешить противоречие в пространстве.

*Портрет гибрида: ложка с ручкой, на конце которой расположена вилка.*

#### 7. Сформулировать проблему скрещивания с точки зрения идеальности

«Доминантный продукт остается таким же, как и раньше, но получает признаки другого продукта»

*Ложка остается такой же, что и раньше, но ею можно пользоваться как вилкой.*

## 8. Ресурсы доминантного продукта

Найти элементы доминантного продукта, на которые можно перенести черты другого продукта, и которые полностью или частично могут заменить элементы продукта, перенесенные из другого продукта.

*В нашем случае, ручка ложки может быть использована для развития вилки.*

## 9. Описать промежуточный гибрид

Описать варианты промежуточного гибрида по формуле:

$P_1 \rightarrow T_1$

$== > P' \rightarrow T'$

$P_2 \rightarrow T_2$

Где  $P_1$  и  $P_2$  продукты с признаками  $T_1$  и  $T_2$ , отобранными для гибридизации, а гибридный продукт  $P'$  имеет новый признак  $T'$ . При этом, гибридный продукт можно получить

- с разрешением противоречий
- без разрешения противоречий.

*Промежуточный гибрид «Ложковилка» в нашем простом случае – ложка с вилкой на конце ее ручки. Противоречие разрешено в пространстве.*

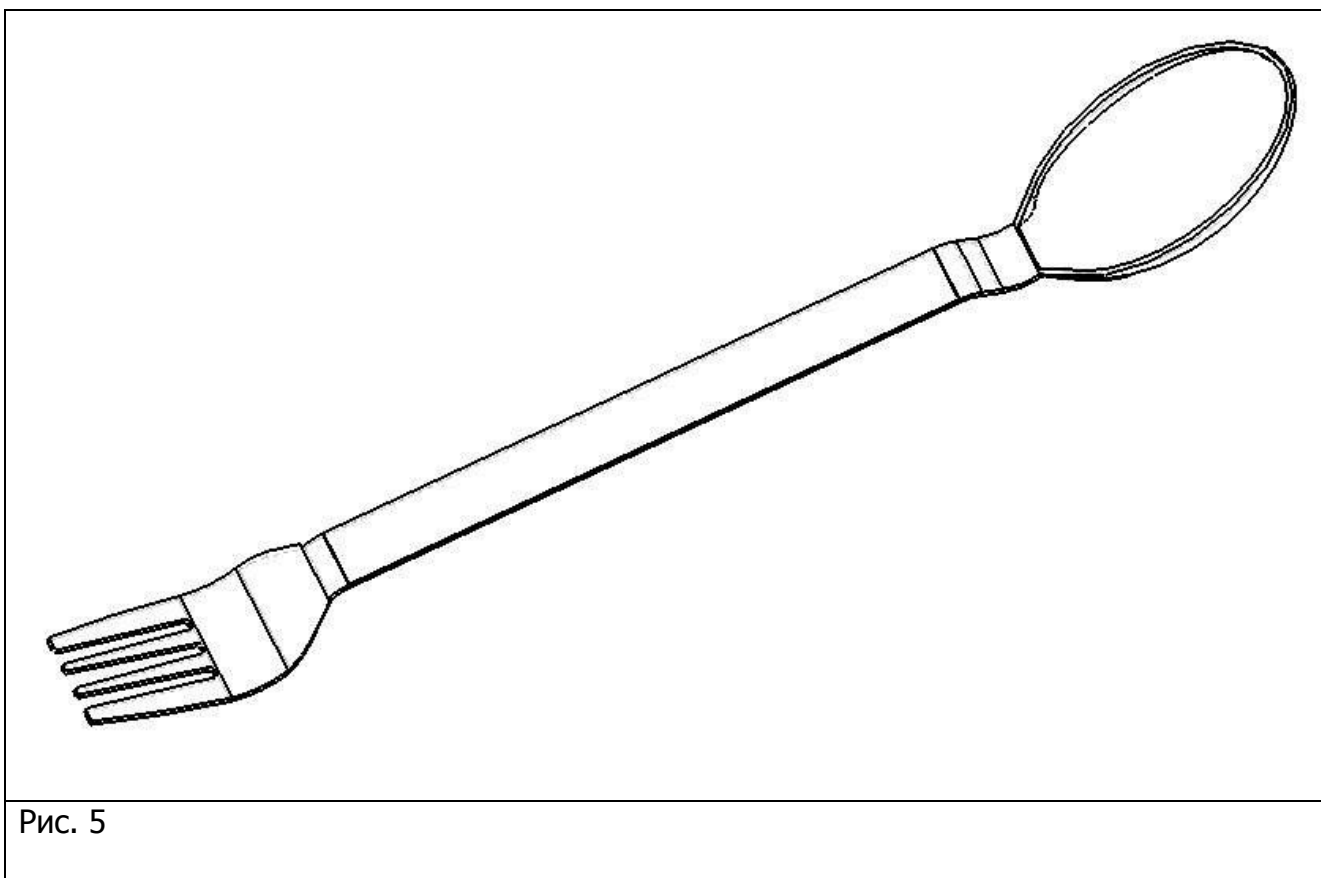


Рис. 5

*Заметим здесь, что если по всему периметру ложки пересадить зубцы вилки (не разрешая противоречие), то этот промежуточный гибрид тоже имеет право на существование, но дальнейший ход мыслей при скрещивании будет направлен на устранение недостатков данного промежуточного гибрида. Обычно, идеология многоступенчатого скрещивания направлена на объединение достоинств и отброс недостатков, что может снижать уровень изобретательской задачи.*

#### 10. Поиск недостатков, не устраненных во время гибридизации

- Проверить имеет ли промежуточный гибрид ( $P'$ ) черты ( $T1$ ), ( $T2$ ), выбранные для объединения продуктов
- Проверить имеет ли промежуточный гибрид ( $P'$ ) черты ( $T'$ ), которые можно рассматривать как интегрированные черты ( $T1$ ) и ( $T2$ ) продуктов ( $P1$ ), ( $P2$ )
- Проверить, разрешены ли противоречия гибридизации

- Проверить, какие недостатки первоначальных продуктов остались не устраненными или были случайно перенесены на гибрид (P' ).

*Промежуточный гибрид «Ложковилка» сохраняет черты и ложки, и вилки, но по-прежнему имеет недостаток, описанный на втором шаге: он не может разрезать мясо на кусочки.*

#### 11. Подбор следующего продукта для скрещивания

Выбрать следующий продукт/объект (P3) с признаками (T3), которые устраняют недостатки промежуточного гибрида.

*Адресуя вышеописанный недостаток, выбираем нож для последующей гибридизации.*

#### 12. Повторить процесс гибридизации

Повторить шаги 1 – 11 алгоритма для объединения промежуточного гибрида (P' ) и (Pn), до устранения выявленных недостатков и получения продукта (P) с необходимыми и достаточными свойствами (T).

*Сокращенно, на следующем цикле скрещивания описываем плюсы и минусы ножа: нож может разрезать твердую пищу - это плюс, но не может зачерпывать жидкую пищу или прокалывать и удерживать твердую пищу, как это делают ложка и вилка – это минус.*

Новый продукт «Ложко-Вилко-Нож» должен быть таким же, как промежуточный гибрид «Ложковилка», чтобы хорошо зачерпывать и переносить в рот жидкую еду как ложка, протыкать и доставлять в рот твердую пищу как вилка, и должен быть как нож, чтобы разрезать твердую пищу.

Промежуточный гибрид «Ложковилку» оставляем доминантным, и переносим на него ресурс – острое лезвие ножа. Размышляя над портретом гибрида, выясняем, что переносить этот ресурс на ложку – плохо, потому что при пользовании большим минусом может быть опасность пореза рта. Поэтому попытаемся перенести данный ресурс на одни из длинных зубцов вилки. В таком случае, гибридный «Ложко-Вилко-Нож» (рис. 6) может выглядеть как ложка, на ручке которой с противоположной стороны есть вилка, один из крайних зубцов которой заострен или имеет зубчатую нарезку, позволяющую разрезать твердую пищу.



Source: <http://www.thedailygreen.com/environmental-news/latest/earth-friendly-gifts> accessed 10/29/2010

Рис. 6

## Практика многошаговой гибридизации при создании сложных концепций

Для наглядности, мы описали алгоритм многошаговой гибридизации на примере скрещивания трех очень простых систем. При скрещивании небольшого числа простых систем обычно не возникает проблем и вопросов что и с чем последовательно скрещивать. Ведь в случае ложка+вилка+нож - вариантов немного. Как быть, если между собой скрещивается гораздо больше систем или продуктов? И как быть, если неизвестно, какие продукты или системы нужно скрещивать между собой, чтобы решить задачу или получить концепцию нового продукта?

На практике, очень часто (почти всегда), в начале проекта, на этапе сбора информации неизвестно какие системы пригодятся нам для скрещивания. Однако, в процессе многошагового скрещивания, развитие решения задач само диктует требования и "уточняет" портреты необходимых для скрещивания систем.

Поясним данное утверждение на примере проекта «Разработка новых эндоскопических инструментов для операций, проводимых сквозь естественные

отверстия». Развитие хирургических вмешательств в последние десятилетия происходило как переход от открытых хирургических операций, связанных с большими разрезами, пост-операционным шоком и длительным периодом заживания ран к лапароскопическим операциям, проводимым через малые разрезы специальными тонкими и длинными инструментами. Лапароскопические операции уменьшают боль и пост-операционный стресс, ускоряют выздоровление и уменьшают возможность заражения госпитальной инфекцией.

Разработка инструментов и внедрение лапароскопических процедур пришлось на 80-90-е годы прошлого столетия. В первое десятилетие текущего столетия, был предложен переход к операциям через естественные отверстия: рот, желудочно-кишечный тракт, нос, уши, анус и другие отверстия тела. Проведение операций в брюшной полости, если проникновение в эту полость происходит через рот - горло - стенку желудка выдвигает следующее противоречие: инструменты должны быть гибкими для проникновения через узкие отверстия и полости, и инструменты должны быть твердыми для проведения операций. Не случайно, существующий эндоскоп, который в настоящее время в основном используется для диагностики из-за свойственной ему гибкости, был выбран первым кандидатом на скрещивание для создания новой концепции инструментов.

Представим себе, что мы решили проникнуть с новыми концептуальными инструментами через рот в брюшную полость. Эндоскоп входит в рот, изгибается и входит в горло, затем в желудок. Перед нами стенка желудка. Как пройти через нее в брюшную полость с минимальными повреждениями?

Противоречие: новый концептуальный инструмент должен быть тонким, чтобы пройти через стенку желудка, и должен быть толстым и прочным, для манипулирования внутренними органами при операциях.

Хотя в этом месте на стенках желудка не очень много кровеносных сосудов, делать большой разрез нежелательно. После исследования, следующим кандидатом на скрещивание был выбран баллонный катетер. Существующие баллонные катетеры использовались для временного расширения суженных кровеносных сосудов и установки стентов. [Определение слова «стент» из Википедии: «стент (по имени английского стоматолога Ч. Стента) — это специальная, изготовленная в форме цилиндрического каркаса упругая металлическая или пластиковая конструкция, которая помещается в просвет полых органов и обеспечивает расширение участка, суженного патологическим процессом. Стент обеспечивает проходимость физиологических жидкостей, расширяя просвет полого органа (артерии, пищевода, кишечника, желчевыводящих путей и мочеочника). Эффект стентирования сильнее и продолжительнее, чем при баллонной дилатации, при этом снижается риск повторного стеноза или перфорации.»]

Есть баллонные катетеры, которые могут пройти через служебное отверстие существующих эндоскопов, используемых для осмотра, диагностики и относительно простых процедур внутри пищеварительного тракта. В таком случае, промежуточным

гибридом может быть эндоскоп с катетером вставляемым в его служебный канал. Катетер может иметь иглу на его конце, она будет вставлена в стенку желудка, после этого в стенку войдет сам катетер, баллон надуется, растянёт ткани стенки желудка, а теперь в полученное отверстие можно в натяг задвинуть эндоскоп. Преимущество данного метода - бескровное создание отверстия, поскольку разреза мы не делаем.

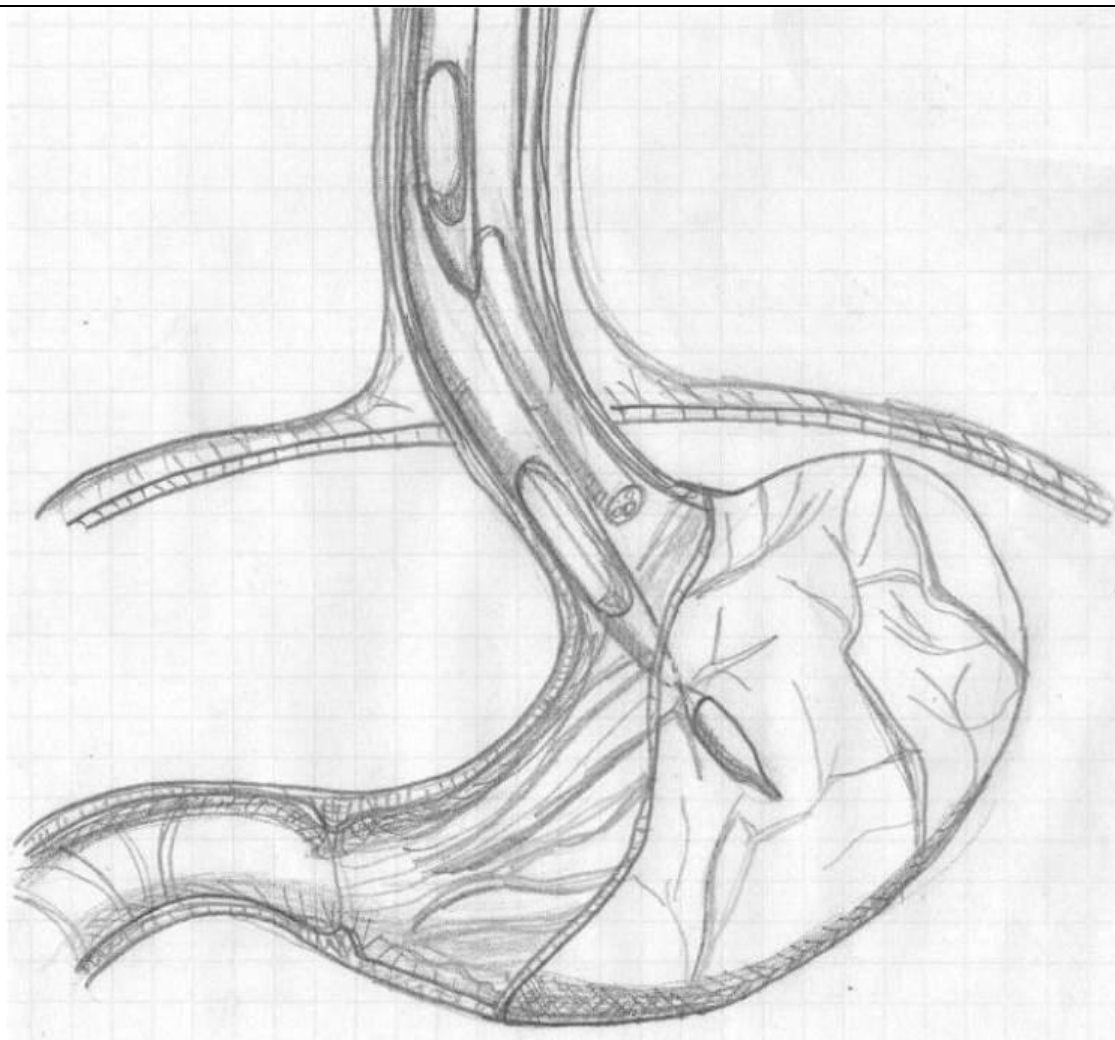


Рис. 7

Мы проникли в брюшную полость, создав первый промежуточный гибрид. Следующий шаг - проведение операций в этой полости.

Противоречие: для проведения операций должно быть пространство между тканями брюшной полости и внутренними органами, а после операции его быть не должно (то есть ткань живота должна плотно прилегать к кишечнику и другим внутренним органам).

Следующим кандидатом на скрещивание выбирается метод проведения лапароскопических операций: для проведения таких операций через малые отверстия в начале операции в брюшную полость закачивается азот или углекислый газ, раздувающий живот в виде купола, и позволяющий манипулировать внутренними органами в пространстве между тканями живота, принимающими форму купола и толстым и тонким кишечником.

Промежуточная гибридная концепция: войти с эндоскопом в брюшную полость через стенку желудка и через служебное отверстие эндоскопа закачать и поддерживать избыточное давление внутри полости во время проведения операции. [Заметим, что процесс многошаговой гибридизации консервативен – то есть кандидатами на скрещивание как правило выбираются уже проверенные технологии. Понятно что придется решать множество задач по их адаптации к новой ситуации, но все же ссыла на уже существующую технологию снижает риск внедрения и барьер принятия решения. Всегда можно сказать клиенту: «Ну посмотрите, вот здесь же работает, а мы здесь делаем такой ма-а-а-ленький шаг и вводим совсем небольшое отличие.】

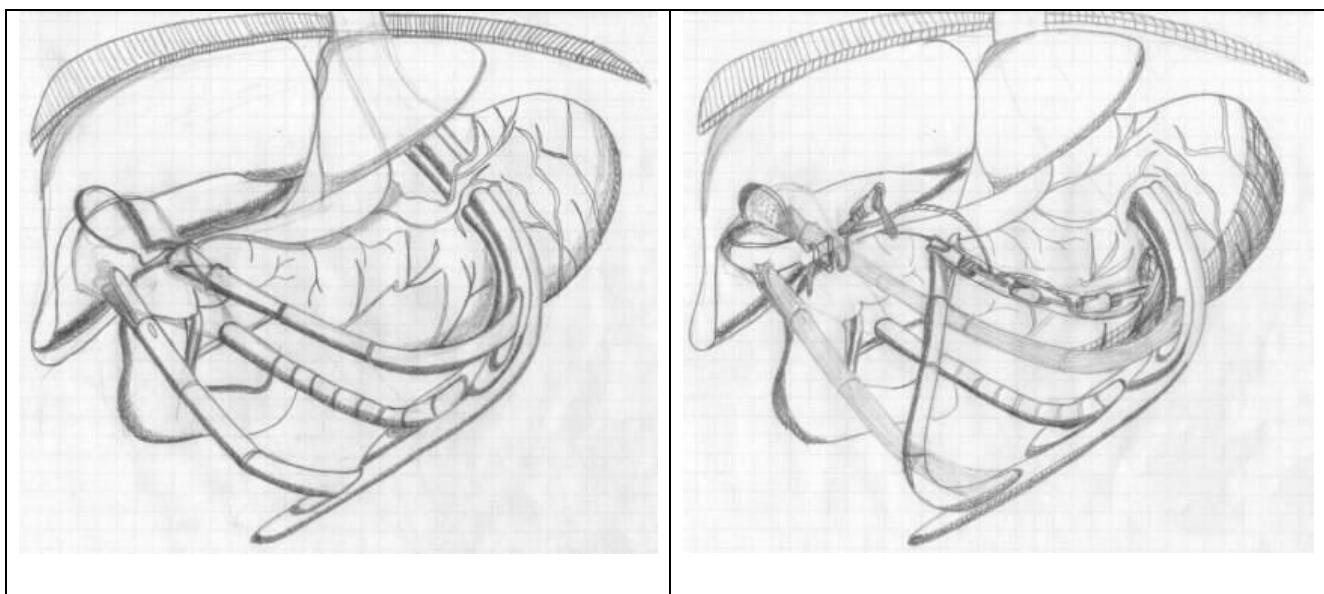
Мы создали маленькую операционную прямо внутри брюшной полости. Пора перейти к операциям. Во время выполнения данного проекта ТРИЗ-специалисты провели сотни часов, наблюдая за выполнением различных лапароскопических операций в брюшной полости и вместе с хирургами составили список операций, которые могут выполняться новым способом, путем NOTES-хирургии. Одной из первых операций, которые можно выполнить после входа в брюшную полость через стенку желудка является удаление желчного пузыря. В этом случае, после входа через стенку желудка эндоскоп разворачивается назад, и уже находится на месте будущей операции. Желчный пузырь находится под верхней частью печени, то есть для проведения операции ее нужно приподнять. При открытых операциях для этого используется специальный «ретрактор» - это инструмент для поддержки печени во время операции. Он вставляется в щель между частями печени, второй хирург поднимает его немного вверх, открывая доступ к желчному пузырю для первого хирурга, а потом держит ретрактор с печенью на нем в приподнятом состоянии всю операцию.

Противоречие: эндоскоп должен быть большого диаметра, чтобы поднять печень, и эндоскоп должен быть малого диаметра, чтобы выйти назад из брюшной полости. Для решения этой проблемы воспользуемся уже примененным решением: баллонным катетером, вставляемым в служебное отверстие эндоскопа. То есть вставив катетер с надувным шариком в складку печени немного отступив от желчного пузыря, надуем баллон, он раздвинет печень и предоставит доступ к нужным нам органам. Теперь, чтобы удалить желчный пузырь нам нужны ножницы и щипцы-держатель (grasper), которые удерживают и оттягивают желчный пузырь. Сейчас для несложных процедур в пределах желудочно-кишечного тракта, к примеру для удаления маленьких полипов, используются миниатюрные ножницы, которые проходят сквозь двух-трех миллиметровое служебное отверстие эндоскопа. Однако, если использовать для серьезных «больших» операций такие инструменты, то время проведения операций



увеличится, кроме того, хирурги предпочитают иметь для таких операций «большие» и прочные инструменты, такие же как используются для лапароскопических операций. Противоречие: Для проведения операций NOTES инструменты должны быть прочными и большими, чтобы выполнять операцию, и инструменты должны быть маленькими, чтобы свободно проходить через служебное отверстие эндоскопа. После анализа ситуации выяснилось, что использование миниатюрных инструментов, доставляемых к месту операции через служебное отверстие эндоскопа – серьезная психологическая инерция. При уменьшении размера инструментов они начинают вести себя по другому, к примеру щипцы-держатель (grasper) очень малого размера вместо удерживания тканей, начинает их разрезать. Так как диаметр пищевода взрослого человека составляет около 18-20 мм, для операции можно использовать несколько эндоскопических инструментов малого диаметра. В таком случае, выбираем для промежуточного гибрида лапароскопические электрохирургические ножницы, позволяющие разрезать ткани одновременно коагулируя мелкие кровеносные сосуды, таким образом уменьшая кровотечение. Скрещиваем электрохирургические ножницы с эндоскопом, от которого берем признак «гибкость» - то есть используем всю необходимую и уже проверенную конструкцию, позволяющую сгибать конец эндоскопа, его гибкую центральную часть и управляющие органы. Поскольку современные педиатрические эндоскопы – устройства диаметром 5-7 мм, после скрещивания получаем концепцию электрохирургических ножниц на гибком носителе для проведения NOTES-операций.

Обычно, желчный пузырь окружен соединительными тканями и тканями печени. До удаления его нужно отделить от этих тканей. Для этого хирург «захватывает» желчный пузырь граспером [это название хирургического инструмента для захвата тканей – В.П.] и оттягивает его, постепенно подрезая соединительные ткани. То есть нам нужен второй инструмент, концепцию которого мы получаем скрещиванием эндоскопа с граспером, аналогично скрещиванию ножниц с эндоскопом.



а	б
Рис. 8	

После отделения желчного пузыря можно его удалять. Для этого необходимо в двух местах плотно перекрыть, а затем разрезать желчную протоку между двумя «перекрытиями» (таким образом, желчь вместе с песком и камнями остается в желчном пузыре, не вытекая из него внутрь брюшной полости). Итак, у нас отделен (отрезан) желчный пузырь, что с ним делать дальше? Его нужно удалить из брюшной полости. При открытых операциях удаленный орган просто извлекают из тела через большой разрез, при лапароскопических операциях – можно вытягивать через небольшое отверстие. В некоторых случаях при лапароскопических операциях используется специальная корзина, напоминающая маленький сачок. Скрещиваем эту лапароскопическую корзинку с идеей гибкого катетера, который может пройти через узкое служебное отверстие эндоскопа. Получаем концепцию корзины для извлечения удаленных органов состоящую из тканевого мешочка на гибком носителе. После удаления желчного пузыря, его можно уложить в корзину из гибкого материала и затянуть корзинку сверху тонким шнуром. Если скрестить эту концепцию с баллонным катетером еще раз, то получим гибридный баллонный катетер, используемый для того, чтобы поднять край печени во время операции, в конце которой баллон сдувается, открывает доступ в корзинку, в которую и укладывается и запечатывается отрезанный желчный пузырь.

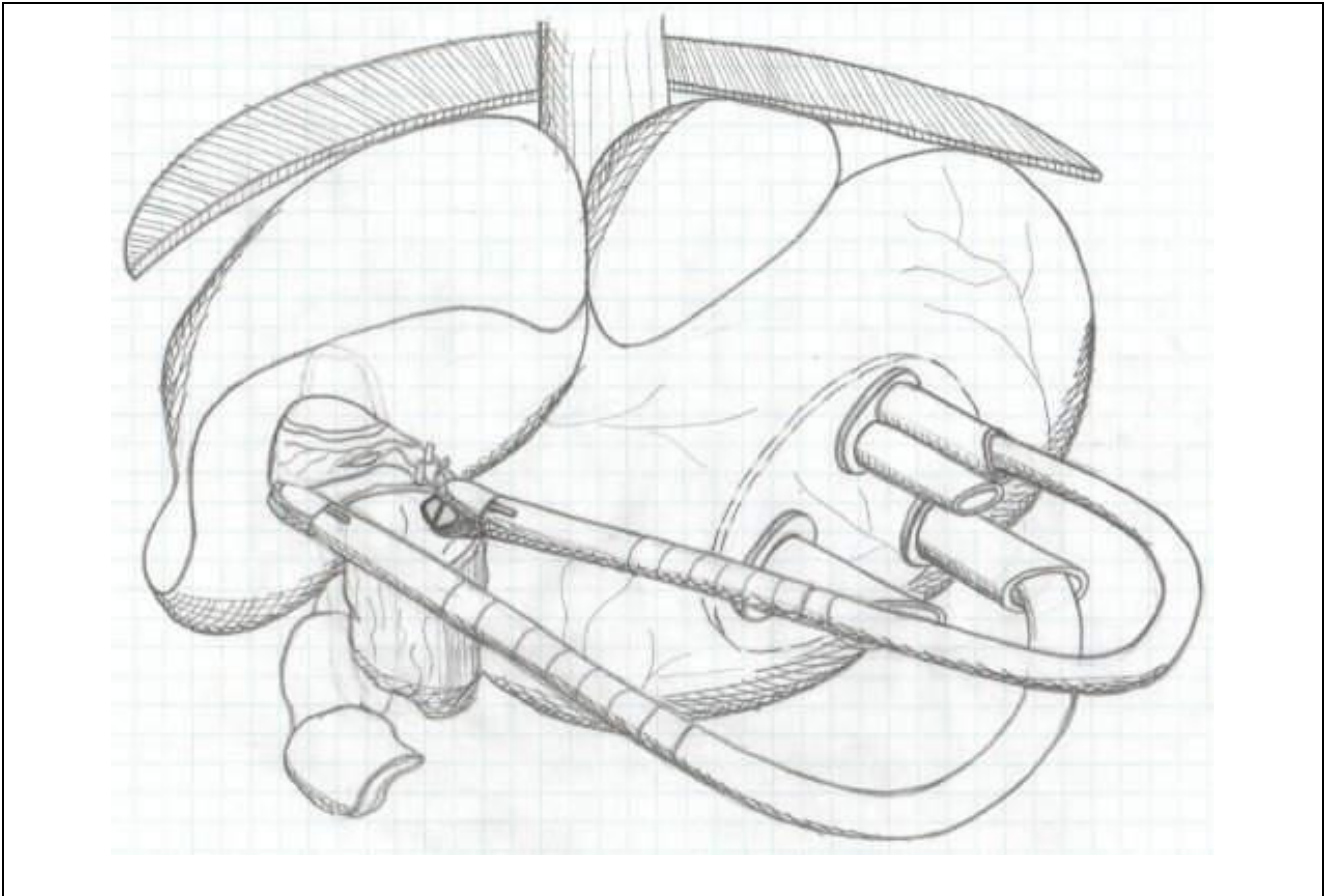


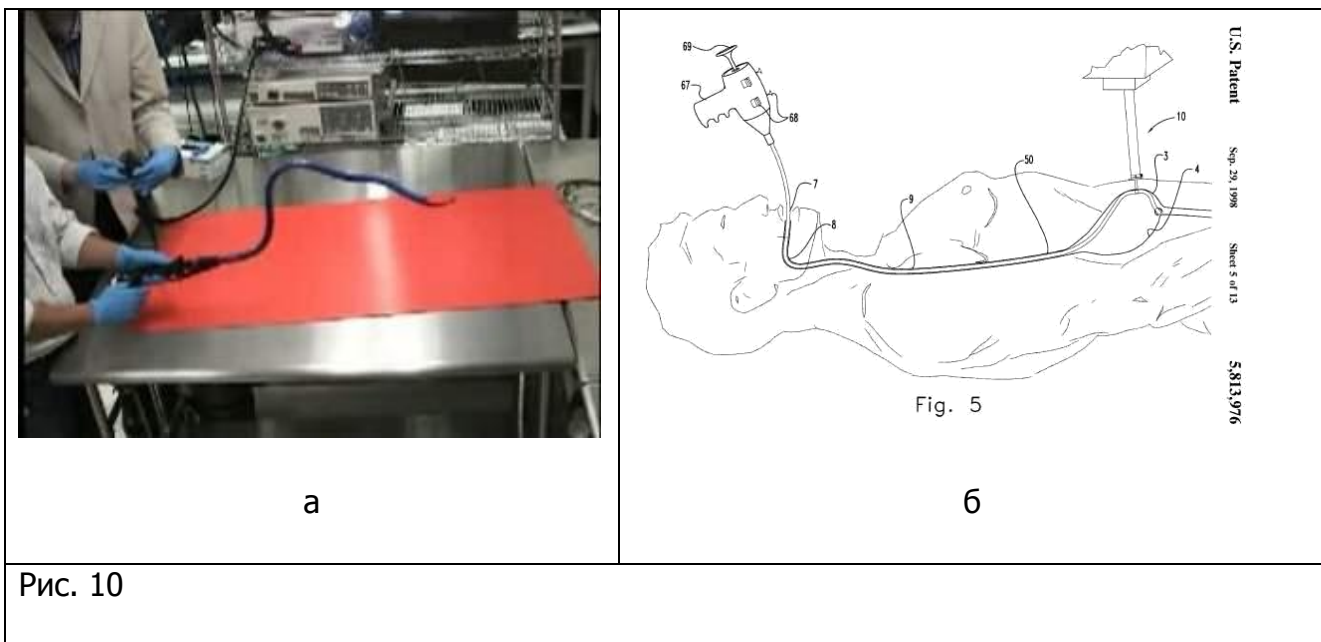
Рис. 9

Новая проблема – эндоскоп хорошо ведет себя при работе в узком пищеводе, а при выходе в широкое пространство желудка или брюшной полости, эндоскоп «обвисает» под действием силы тяжести.

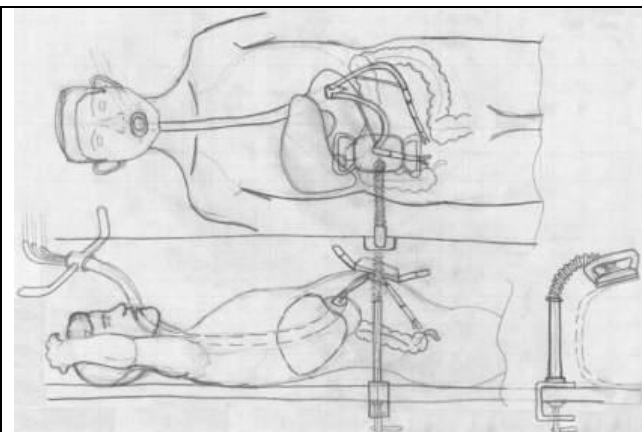
Противоречие: эндоскопический инструмент должен быть гибким для проникновения в брюшную полость через горло и пищевод. И эндоскопический инструмент должен быть твердым для проведения операций.

Существуют патенты устройств, представляющих собой оболочку из колец, которые при необходимости можно закрепить друг за друга, так что эндоскоп после проникновения в полости тела будет твердым сверху донизу (рис. 10 а). Данные устройства значительно увеличивают диаметр устройства и сложны в изготовлении и эксплуатации. После исследования и генерирования новых концепций по возможностям "закрепления" эндоскопических инструментов решено было оставить эндоскоп гибким в средней части. Где концептуальный инструмент должен быть прочным и твердым? На конечном участке эндоскопического инструмента, взаимодействующего с внутренними органами. В какое время? Во время проведения операции. После этого он опять должен стать гибким, чтобы выйти из брюшной

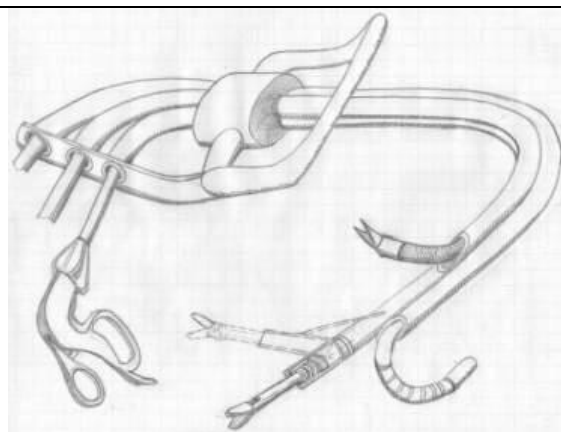
полости через желудок, пищевод и горло. Существующий эндоскоп состоит из негибкого элемента на конце, имеющего предельную длину для прохода через изгибы пищевода и кишечника, и гибкого элемента - серии шарнирно соединенных колец, управляемых внутренними тросами. Если закрепить эндоскоп в этом месте, то конец эндоскопа будет вести себя как твердый лапароскопический инструмент. Существует патент, предлагающий закреплять эндоскоп внутри желудка в петле, пропущенной через прокол иглой шприца снаружи живота (рис. 10 б).



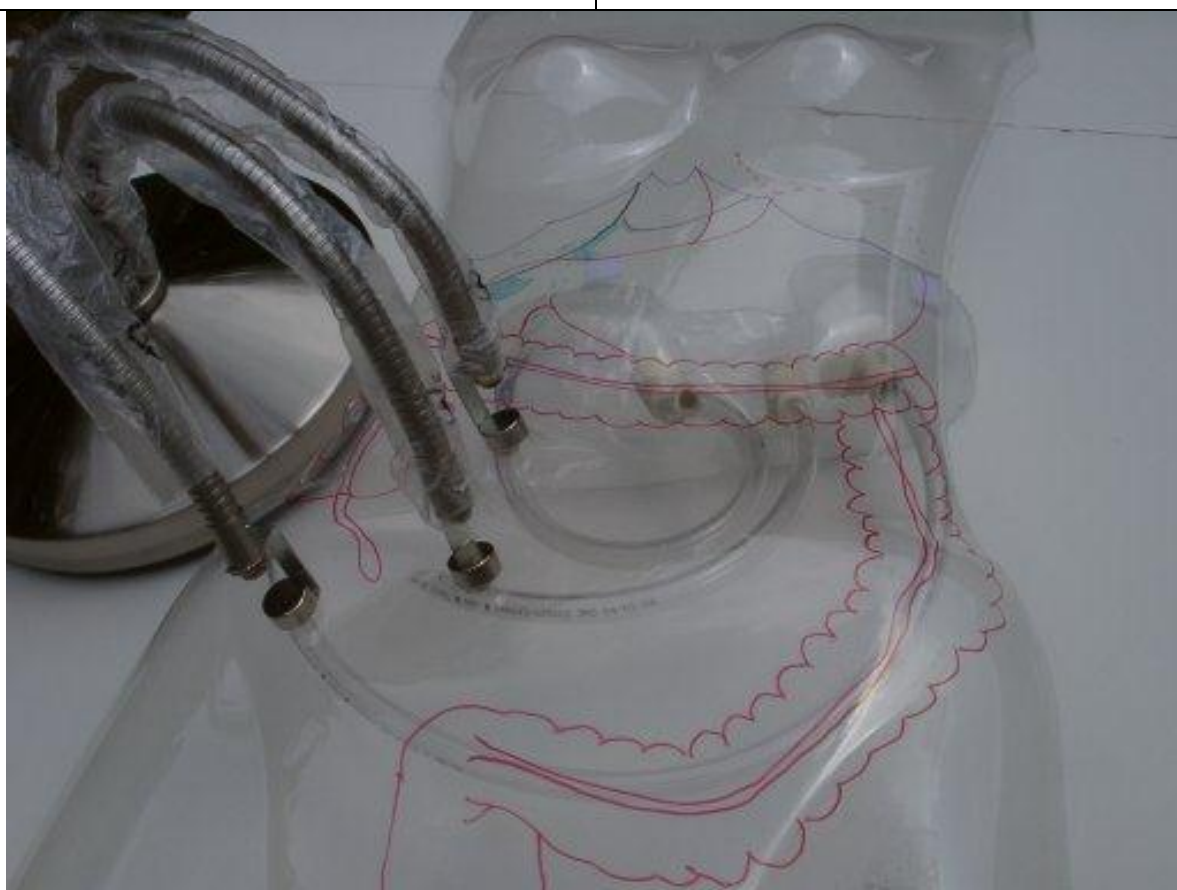
Подвешивать эндоскопические инструменты на петле - плохо, нужны проколы. Была сформулирована задача: как зафиксировать конец эндоскопа без прокола в тканях? Решение - применить сильные магниты из редкоземельных металлов. После серии экспериментов выяснилось, что редкоземельные магниты обладают достаточной силой, чтобы зафиксировать конец эндоскопа на время операции. Было предложено изготовить специальные платформы, устанавливаемые над брюшной полостью пациента и закрепленные к краю хирургического стола. Тогда эндоскопические инструменты должны иметь магнитные элементы или кольца из магнитного материала в 7-10 сантиметрах от конца инструмента. При этом, инструменты выглядят и функционируют как лапароскопические инструменты, уже привычные хирургам.



a



б



в

Рис. 11

Итак, гибкие эндоскопические инструменты могут проходить через горло и стенку желудка, входить в брюшную полость и закрепляться в районе проведения операции. При этом конец инструмента может двигаться вверх-вниз, вправо-влево как эндоскоп. Мы получили концепцию нового инструмента, но пока занимались только концом инструмента. Самое время подумать об органах управления. Органы управления многих существующих лапароскопических инструментов похожи на концы ножниц: хирург вставляет пальцы руки в отверстия и сдвигая-раздвигая их управляет закрыванием-открыванием инструмента на дальнем конце устройства. В предыдущем цикле скрещивания, по сути дела, мы получили промежуточный гибрид лапароскопического инструмента на конце эндоскопа. Сейчас мы переходим к созданию концепции гибридных органов управления, скрещивая органы управления эндоскопа и лапароскопических инструментов. Органы управления эндоскопа и эндо-инструментов должны остаться такими же, как и раньше, чтобы уменьшить время обучения и снизить барьер входа для хирургов-эндоскопистов. В то же самое время, мы не можем оставить их отдельными, поскольку хирург должен иметь возможность во время операции, не отводя взгляда от экрана дисплея с изображением с места проведения операции внутри брюшной полости, двигать инструмент вверх-вниз вправо-влево и активировать закрытие-открытие инструмента (в случае рассматриваемых нами операций инструментом может быть граспер или ножницы). Существующий эндоскоп управляется и закрепляется двумя поворотными колесами в наружной части эндоскопа. Для управления концептуальным эндо-инструментом нужно объединить управление по-лапароскопически и по-эндоскопически в одной руке оператора. Чертежи некоторых вариантов промежуточного гибрида приведены на рис.12. Как видно на этом рисунке, оператор имеет возможность сомкнуть-разомкнуть инструмент рукоятками ножниц, и вращая колеса управления указательным пальцем поворачивать инструмент влево-вправо и вверх-вниз.



тонкого и толстого кишечника, восстановлению функционирования сфинктера входа в желудок (Нольсен Фандупликешн, рис. 13 в).

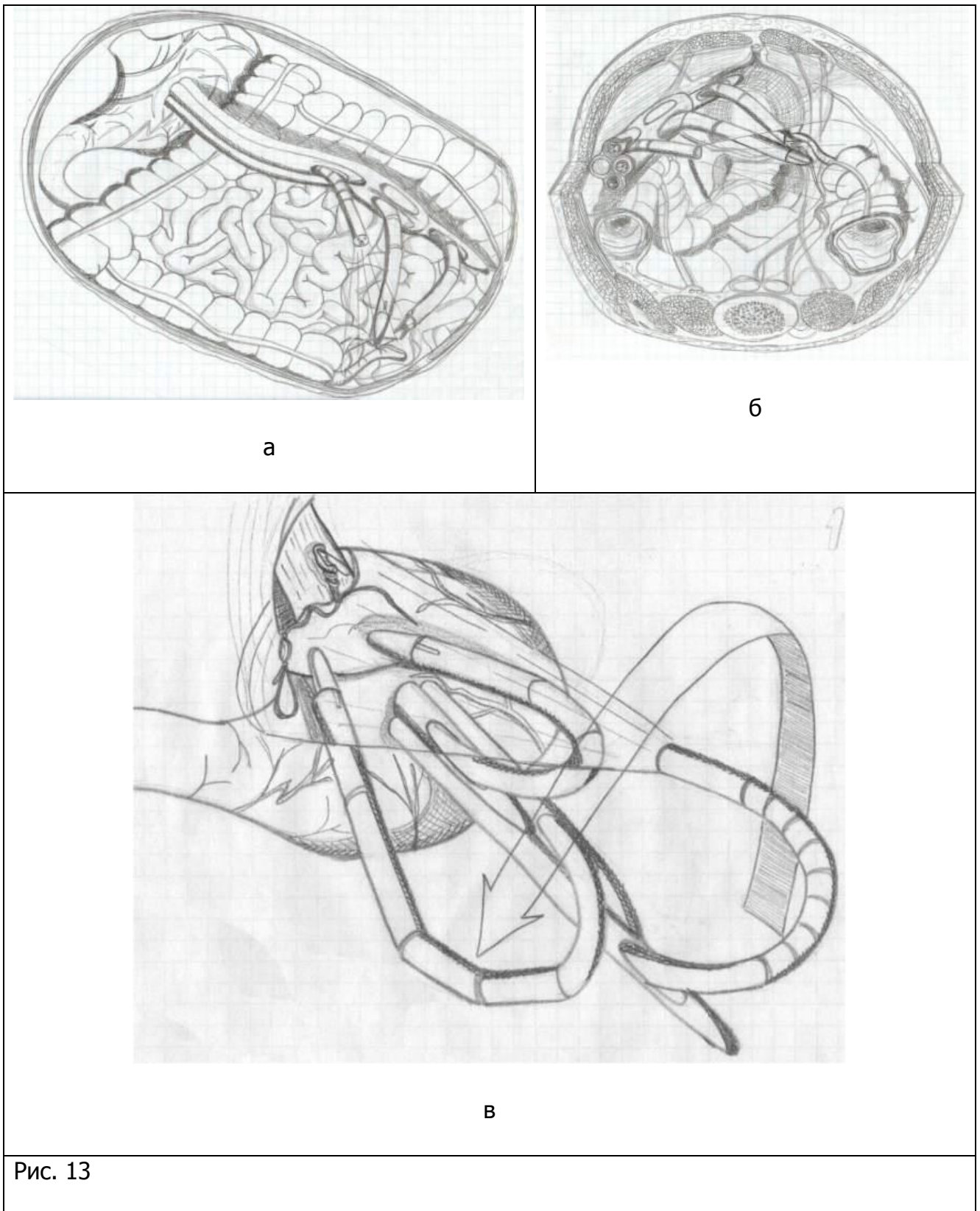


Рис. 13



В настоящее время для ремонта одного из случаев грыжи - провисания тонкой кишки в отверстия таза - проводится открытая операция. когда провисшие элементы возвращаются на место в брюшную полость, а место выхода заделывается специальной заплаткой из полимерной сетки. Такую операцию можно проводить методом NOTES. Для этого можно войти в брюшную полость, надуть живот для создания пространства для работы инструментов, наклонить нижнюю часть операционного стола (существующие операционные столы позволяют это делать), освободить тазовое дно, вернуть провисшую тонкую кишку в брюшную полость и установить заплатку на тазовом дне.



Рис. 14

Противоречивые требования, предъявляемые к заплатке: заплатка должна иметь грубую поверхность, чтобы произошло ее быстрое врастание в ткани тазового дна, и заплатка должна иметь гладкую поверхность, чтобы трущиеся об нее при движении человека толстый и тонкий кишечник не протерлись. Существующие заплатки для ремонта грыжи вставляются под тазовое дно, они представляют из себя пластиковую решетку, укрепляющую ткани и не оставляющую в них отверстий. Можно удовлетворить вышеприведенные требования сделав нижнюю часть патча из пластиковой сетки (как у существующей заплатки), а верхнюю часть из гладкого полипропилена с минимальным трением.

Следующий шаг: заплатка должна быть компактной для доставки через рот, горло, пищевод и стенку желудка, и должна покрывать большую площадь в момент установки. Другое требование: заплатка должна временно прикрепляться к тазовому дну, во время операции, а затем остаться на том же месте даже при движении человека и через две недели прочно врастать в ткани тазового дна. Было разработано множество вариантов разрешения данного противоречия во времени. Предпочтение было отдано концепции заплатки, сложенной особым образом для транспортировки по пищеводу в брюшную полость, где она раскладывается и временно прикрепляется к тканям тазового дна специальным клеем, одобренным федеральной администрацией для хирургических применений. Данная процедура оказалась одной из самых простых в серии NOTES-процедур, поскольку не требует разворота инструментов, сложных манипуляций, разрезов и креплений.

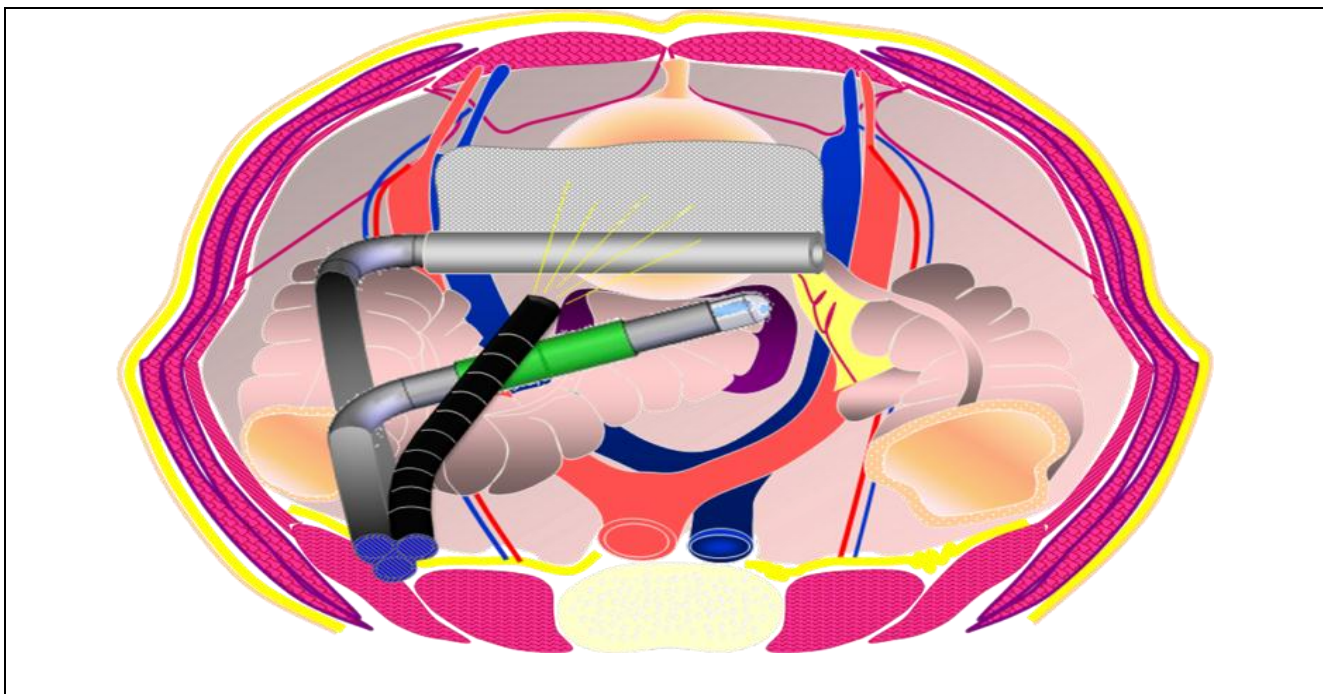


Рис. 15

Этим примером завершается иллюстрирование применения алгоритма многошагового скрещивания в области эндоскопической хирургии. Как мы видим, гибридизация, то есть скрещивание большого количества прототипов, используемых в диагностической эндоскопии, открытых и эндо-васкулярных операциях производится постепенно, шаг за шагом, по мере накопления информации о проблеме. Применение многошагового скрещивания для простых проблем бессмысленно, в таких случаях отлично работают другие изобретательские инструменты. Однако, при решении комплексных изобретательских проблем, создании сложных концепций, решающих многочисленные проблемы, связанные между собой, применение алгоритма многошаговой гибридизации доказало свою эффективность. В данной работе использование многошагового скрещивания иллюстрировано небольшой частью примеров проекта "Разработка новых эндоскопических инструментов для хирургических операций через естественные отверстия (NOTES) [Development of new endoscopic instruments and procedures for NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery)]. Прототипы инструментов запроектированы, изготовлены и испытаны на животных. Затем были найдены инвестиции, создана коммерческая компания, получившая право на продолжение работ и использование пакета разработанной интеллектуальной собственности. После завершения первоначальных исследований компания успешно разместила акции на рынке и успешно завершила новый этап финансирования и внедрения разработок.

## **Генотип продукта**

Для визуального представления гибридизации предложены специальные схемы. При работе с этими схемами, продукт (техническая система) определяется как набор наследственных единиц, называемых наследственными признаками продукта.

### **Пример 1**

Опишем генотип продукта «прозрачная кружка». В этом случае признаками продукта могут быть:

- Способность содержать жидкость
- Прозрачность – то есть возможность предоставить визуальную оценку уровня жидкости
- Возможность перемещать продукт за ручку

На схемах гибридизации генотип продукта изображается в виде набора разноцветных шестиугольников – признаков, отобранных для гибридизации, помещенных вовнутрь окружности, символизирующей продукт или техническую систему (рис.7а).

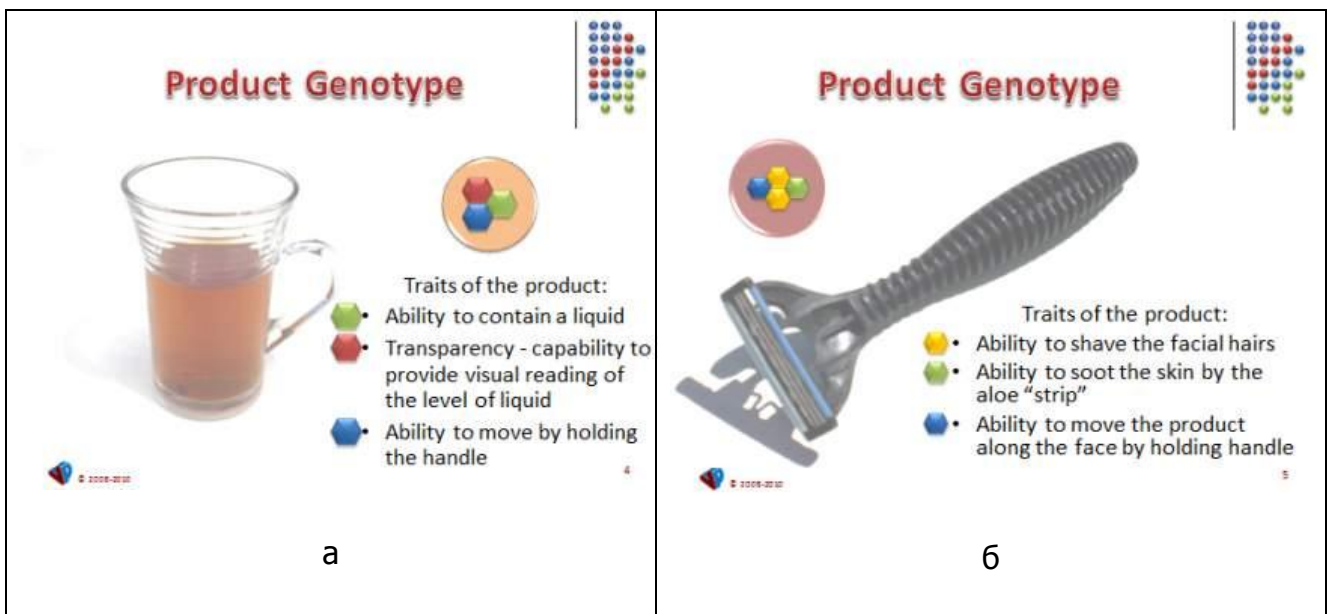


Рис. 16

## Пример 2

Генотип продукта многолезвийная бритва.

Признаки продукта:

- способность лезвия срезать волосы
- способность обрабатывать кожу полоской с экстрактом алоэ
- возможность двигать продукт вдоль лица, держась за ручку.

Заметим, что в описанном примере признаков «способность срезать волосы» два (два желтых шестигранника внутри окружности). Таким образом на схемах можно отображать удвоение, утроение и даже количественное увеличение наследственных признаков во много раз в результате манипуляций с генотипом продуктом (рис. 16 б).

Обратим внимание, что поскольку мозг обычного пользователя одновременно может одновременно удерживать в работе семь плюс-минус два признака, даже при работе со сложными системами, генотип продукта можно кратко описать в виде ограниченного набора признаков. Ниже приведен пример описания внедорожника из книги К. Брадшера «Высокие и мощные: Внедорожники – самые опасные машины в мире, история развития». «Что такое внедорожник? Официального определения не существует – по большей части в законодательстве просто используется категория «внедорожные автомобили». Она сосредоточена на легковых грузовиках и минивэнах, описываемых как категория «легких грузовиков». Автомобильная промышленность не имеет своего определения. Предложенное определение состоит из пяти частей. Внедорожник, это автомобиль, который

- (1) имеет привод на все четыре колеса (как стандартное или дополнительное оборудование),

- (2) имеет грузовое пространство сзади, как минивэн,
- (3) имеет высокий дорожный просвет,
- (4) использует нижнюю часть кузова легкового грузовика,
- (5) запроектирован для городских пользователей и продается в основном этой категории пользователей. [13]

Еще раз повторимся, что даже при работе с таким сложным объектом как автомобиль-внедорожник достаточно описать те признаки, с которыми предстоит работать. Нет необходимости описывать пятьдесят признаков, достаточно выделить только самые важные признаки, связанные с решаемой проблемой. Если в дальнейшем понадобится более подробно описать, к примеру, мотор автомобиля, его генотип может описываться отдельно, и только теми признаками, которые выделяются в рамках рассматриваемой задачи (здесь еще раз вспомним о магическом правиле 7 плюс-минус 2, как об оптимальном количестве образов или понятий, над которыми может работать мозг обычного человека одновременно).

Рис. 17 описывает условные обозначения, используемые далее на схемах гибридизации, приведенных в данной работе.

## Типовые Схемы Гибридизации

Условные обозначения:

	• Продукт
	• Признаки/Свойства продукта
	• Главный признак продукта
	• Вредный признак
	• Признак «увеличения» продукта
	• Признак «уменьшения» продукта
	• Исправительный признак
	• Разрешение между признаками продукта противоречия во времени

Рис. 17

Поскольку в генетической инженерии, манипуляции с генотипом часто сводятся к сложению, вычитанию, делению, размножению и обмену генетическим материалом. Из-за ограниченного пространства данной работы ниже рассмотрены ТОЛЬКО схемы и алгоритмы гибридизации с применением сложения, вычитания, деления и умножения.

## Сложение

Сложение продуктов или технических систем – одна из наиболее видимых тенденций в технике. В ТРИЗ эта тенденция была замечена и описана в виде перехода от моно- к би- и поли-системам. Опишем сложение двух типов мороженого, выбрав для этого традиционный брикет мороженого, облитый шоколадом, и мороженое-сэндвич, где кусок мороженого помещен между двумя кусками печенья. Результатом сложения может быть мороженое на куске печенья, облитое шоколадом (рис. 18). В этом случае конечный продукт – результат полной гибридизации, то есть сложенные признаки уже невозможно разделить, они составляют абсолютно новый неделимый продукт.

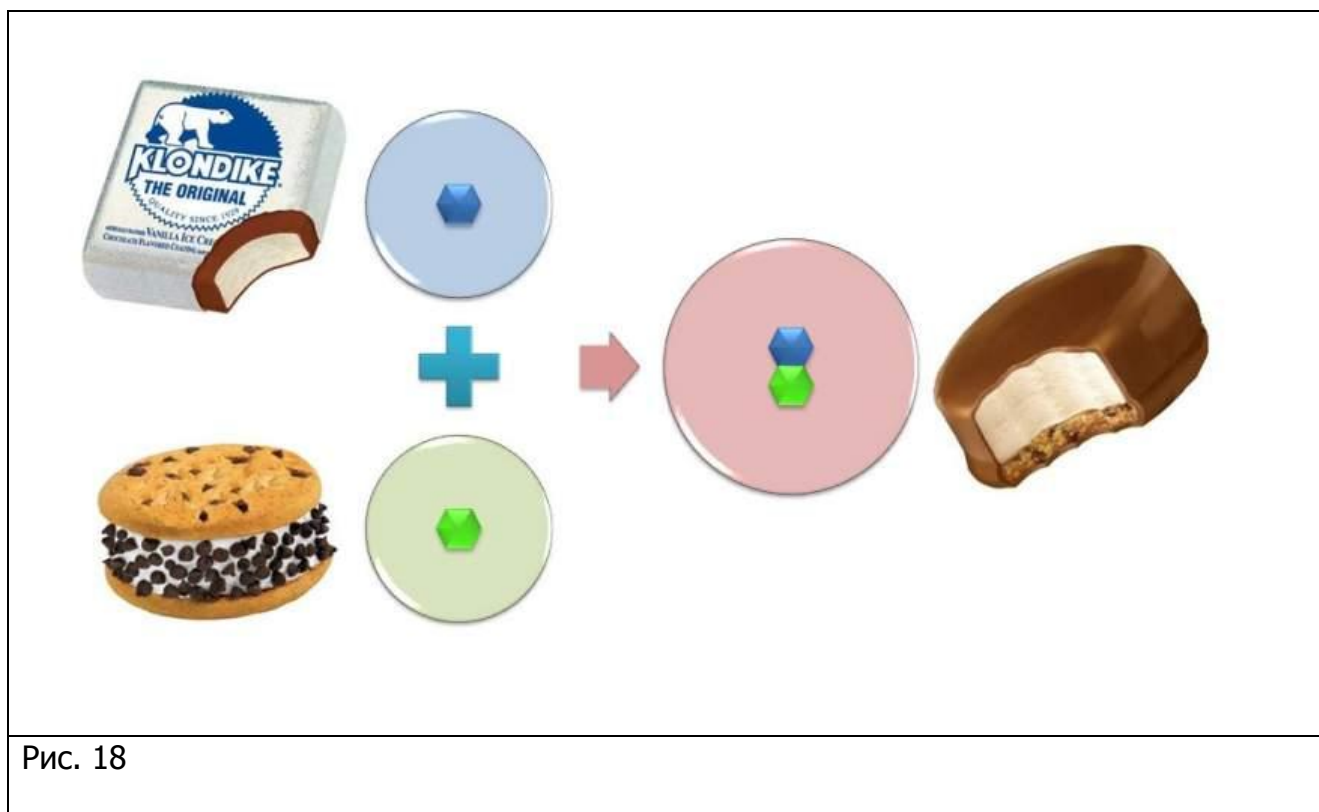


Рис. 18

На схеме первый продукт – эскимо - изображен в виде круга с маленьким шестиугольником внутри него - отобранным для сложения свойством, то есть заливкой тонким слоем шоколада. Второй продукт (мороженное-сэндвич) также изображен в виде круга другого цвета с шестигранником – печеньем, пакующим

мороженное. Результат сложения – новый продукт – круг с двумя связанными шестигранниками.

Для облегчения визуального представления полной гибридизации при сложении разработаны алгоритмы сложения «Копирование и вставка» и «Прорезание».

### **Алгоритм «Копирование и Вставка»**

*Примечание: Старайтесь представлять системы/продукты, с которыми вы работаете в пространстве, на белом или черном фоне, так же как это делается в инженерных программах для рисования трехмерных объектов.*

- 1. Представить себе и поместить на поверхность первый продукт, выбранный для сложения.*
- 2. Представить и разместить на той же поверхности второй продукт.*
- 3. Представить себе, что оба продукта сделаны из пластилина.*
- 4. Отрезать необходимую часть от первого продукта.*
- 5. Отрезать необходимую часть от второго продукта.*
- 6. Скопировать выбранные части продуктов.*
- 7. Сложить их вместе и склеить (ведь мы еще представляем, что они из пластилина). При этом, рассмотреть разрешение противоречие объединения в пространстве или во времени.*
- 8. Продумать, как будет эксплуатироваться новый гибридный продукт.*
- 9. Описать портрет нового продукта и добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы (Примечание. Рассмотреть разрешение противоречия в пространстве или во времени).*

Пример 1. Объединение отверток.

Крупно: на поверхности лежат две абсолютно одинаковые отвертки, только одна с расплюснутым прямым концом, вторая с крестовым (рисунок 19 а).

Чтобы мысленно изменять и скрещивать продукты друг с другом, лучше представлять себе, что они сделаны из мягкого материала. В этом случае будет легче отрезать, а

потом «склеивать» или изменять их части. Итак, представляем, что наши отвертки из пластилина и мысленно отрезаем крестообразный и плоский концы отвертки прямо у ручки. Соединяем вместе, так, что они смотрят в разные стороны. Как работать новым гибридным продуктом? Теперь у нас на обоих концах металлического стержня крестовая и плоская отвертка, то есть новый инструмент сложно вращать рукой. Сделаем ручку отвертки полый, а длинный стержень с двумя разными отвертками на концах расплющим посередине (рисунок 19 б). Вставим стержень в ручку. Теперь отверткой можно откручивать обычные шурупы, а когда встречаются шурупы с крестообразным отверстием на головке, стержень извлекается из ручки отвертки, разворачивается другой стороной и отвертка может откручивать и закручивать крестовые шурупы.



Рис. 19

Вернемся к двум отверткам. Опять отрезаем крестообразный и плоский концы и соединяем концами в разные стороны. Получившийся стержень мысленно загибаем в виде буквы "Z" (рисунок 19 в). Получившаяся двойная отвертка может работать как с обычными, так и с крестообразными шурупами.



Опять представляем поверхность с лежащими на ней разными отвертками с плоскими, крестовыми и даже шестигранными концами разного размера. Безжалостно отрезаем им концы (где-то сантиметра по два). Мысленно сделаем обрубку мягкими и пластичными, как из пластилина или глины. Предположим, что сейчас создадим универсальный инструмент, который по очереди сможет работать со всеми нашими мысленно «отрезанными» элементами. Как обеспечить работу данного модульного продукта? Можно сделать их концы «отрезанных» стержней шестигранными. Теперь немного изменим для работы ручку отвертки: сделаем для всех сменных концов новую отвертку-держатель. Это ручка, с торчащей из нее полый трубкой, шестигранного сечения на конце (рисунок 19 г). На этом закончим описание мысленного процесса создания универсальной отвертки со сменными наконечниками.

Снова представляем поверхность с кучей отрезанных кончиков и “Z”-образной отверткой. Используем идею загнутой ручки скрестим ее с предидущей идеей: сделаем пистолетную рукоятку с шестигранным углублением для сменных концов (рисунок 19 д). Держать отвертку стало значительно удобнее, можно закручивать любые шурупы, сменяя наконечники.

Однако, что это мы крутим шурупы вручную? Берем дрель, вставляем в нее сменный наконечник отвертки, прижимаем к головке шурупа, нажимаем на кнопку, мотор начинает вращаться, и с урчанием вкручивает шуруп... Это идея моторизованной отвертки (рисунок 19 е).

В этом примере мы попытались показать большое количество примеров сложения одних и тех же продуктов, но с получением различных ответов. В зависимости от методов разрешения противоречия, и адаптации концепции нового продукта к эксплуатации, концепции могут сильно отличаться друг от друга. В начале прошлого века замечательный русский ученый К.С. Мережковский заложил основы эндосимбиотической теории. Поначалу эту теорию проигнорировали и забыли, но во второй половине двадцатого века эта теория развита и популяризировала Линн Маргулис. Согласно этой теории более сложные клетки возникли в результате симбиоза с менее сложными, а клеточная эволюция протекала как многократный эндосимбиоз. Перенесем эти идеи на технологическую эволюцию. Итак, если технологическая эволюция протекает путем многократного симбиоза, то в нашем примере эволюция от одной отвертки может описываться как переход к:

- двум отверткам (первое поколение)
- двойной отвертке с одной ручкой (второе поколение)
- загнутой отвертке (третье поколение)
- прямой отвертке со сменными наконечниками (четвертое поколение)
- отвертке со сменными наконечниками и пистолетной рукояткой (пятое поколение)

– моторизованной отвертке со сменными наконечниками (уже шестое поколение продукта) – это все примеры многократного симбиоза более простых технических систем (или продуктов) в концепцию более сложного технического устройства. Немного дальше мы увидим, что типы симбиоза и взаимодействия объединяемых продуктов могут быть разными.

#### Пример 2. Объединение бритвы и триммера

Готэ. Так называется небольшая, но тщательно ухоженная небритость в районе подбородка. Данный тип бороды требует регулярного поддержания формы – из-за постоянного роста волос она становится слишком длинной и выглядит неаккуратно. Сначала борода бреется триммером – это небольшая машинка для стрижки, которая оставляет за собой ровно состриженные волосы высотой 2-3 миллиметра. Поскольку готэ – это козлиная борода только на подбородке, то после стрижки владелец готэ берется за обычную бритву и бреет щеки, а потом выравнивает форму бороды на щеках, под носом и вокруг рта. Недавно на рынке появился новый универсальный продукт по уходу за бородой – назовем его бритво-триммер. Попробуем воспроизвести ход мыслей получения этого продукта путем объединения бритвы и триммера.

Черный квадрат. Как и раньше, представляем, что предметы, с которыми мы работаем, пластичны и мягки, словно сделаны из пластилина. Мысленно кладем на поверхность бритву, а рядом располагаем триммер. Триммер используется для выравнивания высоты бородки, но не он не используется для бритья щек. Мысленно разворачиваем бритву и триммер, так, чтобы они лежали «валетом». Теперь отрезаем половину триммера – из разреза выглядывает батарейка. После этого отрезаем нижнюю часть ручки бритвы. Ручка стала слишком короткой, для удобного бритья. Приставляем «пол-триммера» к отрезанной бритве. Тело триммера в приставленном месте гораздо толще, чем ручка бритвы. Мысленно увеличиваем диаметр ручки, оставляя в ней пустое место для батарейки. «Загладим» место разреза, чтобы обе части склеились и держались друг за друга.



Рис. 20

### **Алгоритм “Прорезание”**

*Примечание: Старайтесь представлять системы/продукты, с которыми вы работаете в пространстве, на белом или черном фоне, так же как это делается в инженерных программах для рисования трехмерных объектов.*

- 1. Представить себе и поместить на поверхности первый продукт, выбранный для сложения.*
- 2. Представить и разместить на той же поверхности второй продукт.*

3. *Представить себе, что оба продукта сделаны из пластилина.*
4. *Мысленно выделить необходимую часть первого продукта.*
5. *Выделить необходимую часть второго продукта.*
6. *Мысленно поместить часть второго продукта вовнутрь первого.*
7. *Вырезать в первом продукте отверстие(я) для помещения в него второго продукта (При этом, рассмотреть разрешение противоречие объединения в пространстве).*
8. *Продумать, как будет эксплуатироваться новый гибридный продукт.*
9. *Описать портрет нового продукта и добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы (Примечание. Рассмотреть разрешение противоречия в пространстве).*

#### Пример 1.

Попробуем объединить ручку и хайлайтер в один продукт. Вот ручка. В ее корпусе находится длинный стержень с чернилами. А вот и наш хайлайтер. В его корпусе толстый пористый цилиндр, пропитанный полупрозрачным красителем.

Черный квадрат. На нем стержень шариковой ручки, широкое писало хайлайтера и отдельно корпус. Попробуем представить «объединенный» новый продукт. Приставим к концу стержня ручки стержень хайлайтера и мысленно затолкаем все это в новый длинный корпус. Плохо. Ручкохайлайтер получился очень длинный, в два раза длиннее обычной ручки. Держать неудобно, для того, чтобы выделить, нужно перевернуть, снять крышку, приставить хайлайтер к листу и только потом выделять. Нехорошо.

Представляем ножницы, которые отрезают сначала половину стержня, а потом и половину хайлайтера. Теперь стало лучше, и когда они приставлены друг к другу спина к спине, новый продукт получился не таким длинным как в первый раз, а ростом со стандартную ручку. Но все равно плохо: для выделения все равно нужно переворачивать наш новый письменный прибор. А запас чернил в ручке сократился – всего пол стерженька. То же касается и половинки хайлайтера.

То есть два продукта плохо объединяются «в лоб», противоречие: ручка должна обладать длинным стержнем, чтобы иметь большой запас чернил и писать долго, но

в то же самое время в том же самом корпусе должен быть длинный хайлайтер, потому что и в нем должен быть большой запас красителя.

Для того, чтобы получился действительно хороший новый продукт, нужно разрешить это противоречие. То есть оба стержня должны быть длинными с большим запасом чернил, и в нужный момент на поверхности бумаги должен находиться конец стержня ручки или хайлайтера.

Снова представим черный квадрат. Вот стержень ручки и стержень хайлайтера. Поставим оба стержня рядом. Заключим в более просторный широкий корпус. Возьмем в руку и попробуем писать. Сверху на корпусе две кнопки, при нажатии первой выдвигается стержень, второй – хайлайтер. Хорошо, что запас чернил большой. Все остальное плохо – писать широкой ручкой неудобно, да и пишущий конец плохо видно, он заслонен широким корпусом.

В черном квадрате снова стержень ручки и стержень хайлайтера. Сделаем стержень хайлайтера полупрозрачным. Теперь смело надвинем и поместим внутри него стержень ручки. Чтобы стержень мог двигаться внутри хайлайтера пробьем более широкий канал. Поместим все это в корпус. Стержень ручки выдвинут всегда, а когда нужно писать, а когда нужно сделать выделение хайлайтером, нажатием кнопки стержень хайлайтера будет выдвигаться вдоль стержня ручки.



Рис. 21

### **Типы объединения**

В живой природе симбиоз – это совместное проживание двух организмов, имеющее полезные или вредные последствия для одного из них. Можно выделить следующие типы симбиоза:

Мутуализм – отношения, когда оба организма выигрывают, и никто не страдает (+ +). [Слово мутуализм “mutualism” происходит от слова “mutual”, и значение этого слова по словарю «общий», «совместный», «взаимный». То есть мутуализм – просто общие или взаимные отношения между двумя или более организмами. - В.П.]

Комменсализм – отношения, когда один организм выигрывает, а второй (почти) не страдает (+ 0).

Паразитизм – отношения, когда один организм выигрывает, а другому причиняется вред (+ -).

Аменсализм – один организм негативно воздействует на другой, но первому вред не причиняется (0 -).

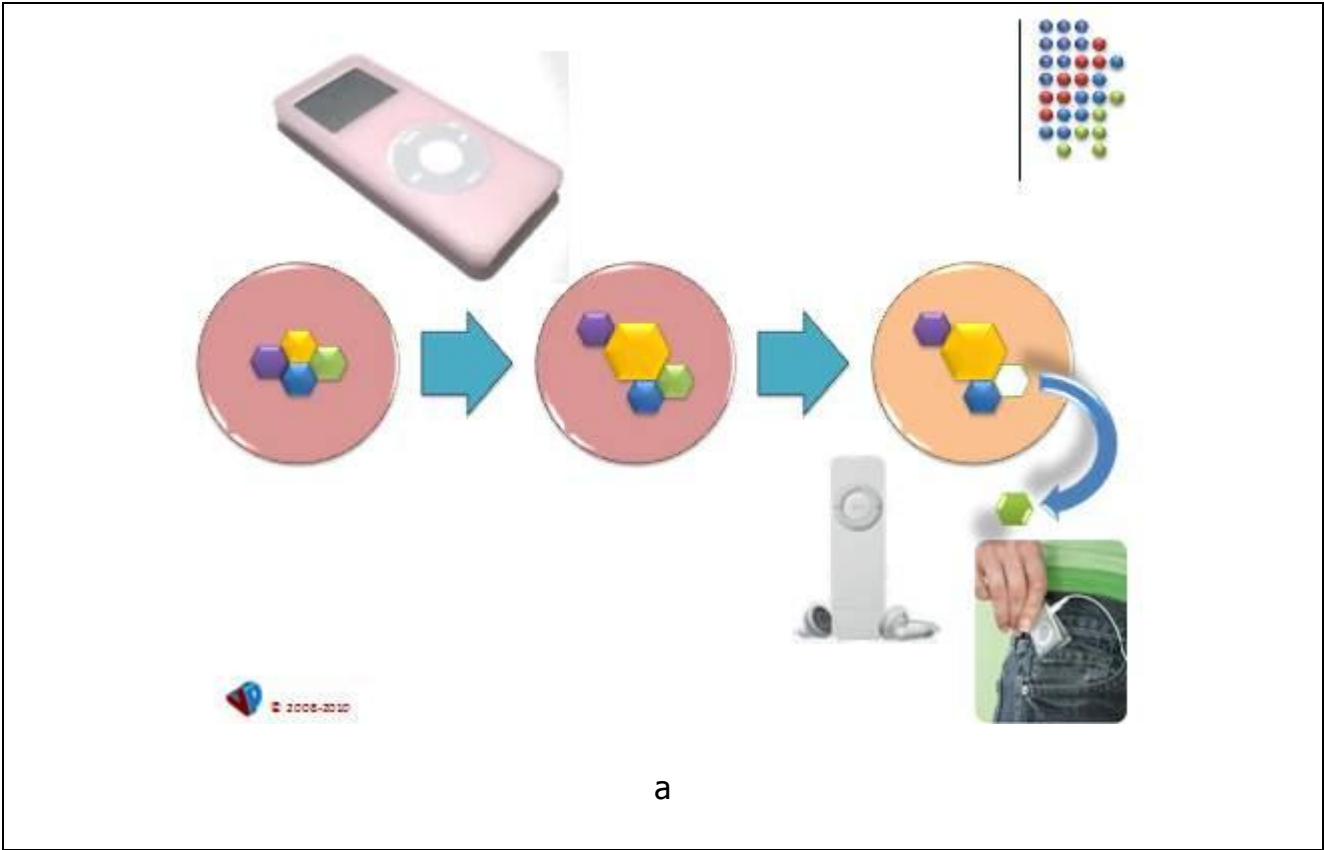
Нейтрализм – никому не причиняется ни пользы, ни вреда (0 0).

Конкуренция – когда всем участникам отношений причиняется вред (- - ).

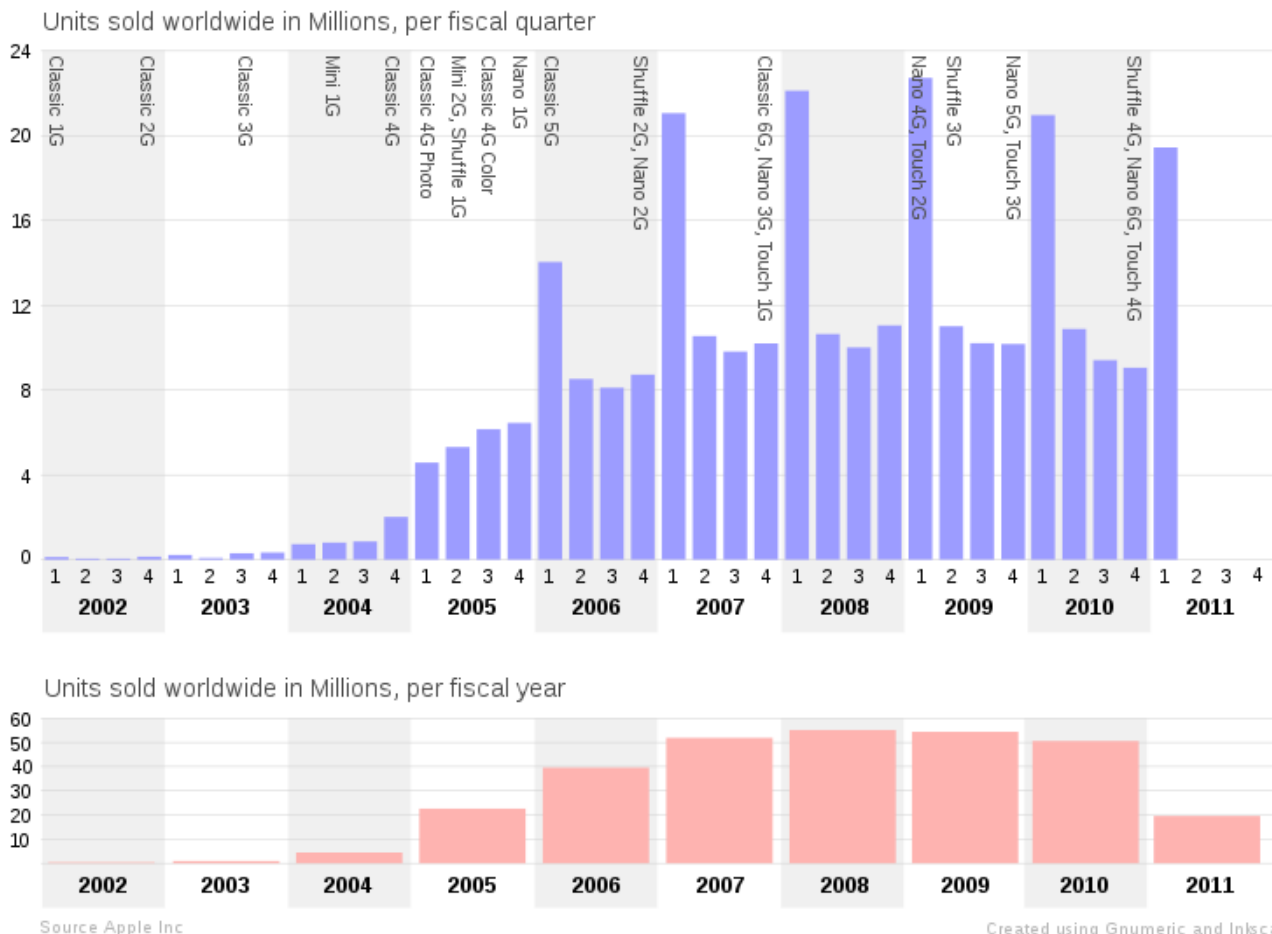
Такие же отношения могут проявляться при объединении технических систем или продуктов. Поэтому применяя алгоритмы объединения, важно подумать о типах отношений между объединяемыми продуктами и системами для достижения максимального финансового результата. Этот анализ особенно важен, если продумываются аксессуары для продуктов, выпускаемых другими производителями. При глобализации рынков и развитии сетевых технологий первые три типа отношений особенно интересны для инноваторов.

## **Вычитание**

Современная линия цифровых плееров айпод включает четыре продукта: iPod-Shuffle, iPod Nano, iPod-Classical и iPod Touch. Классический цифровой плеер iPod был выведен на рынок в 2001 году, инициировав многолетние многомиллионные продажи. Когда первоначальный продукт прочно завоевал симпатии покупателей, было решено разработать более дешевую модель, доступную для подростков, которые не могут купить «продвинутой» версии продукта. Условно опишем плеер iPod Nano как набор следующих признаков: способность хранить файлы с песнями на диске памяти, жидкокристаллический экран для управления базой данных песен, колесо управления для удобного выбора песен из базы данных и батарея. Из данного набора признаков был безжалостно удален экран, причем этот признак был удален без передачи его функций другим частям продукта. (рис. 22а )



# iPod Sales Chart



Source: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ipod\\_sales\\_per\\_quarter.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ipod_sales_per_quarter.svg) accessed 2/19/2011

Рис. 22

Во время запуска iPod Shuffle на рынок многие конкуренты откровенно смеялись над этим продуктом, утверждая, что пользователи не будут покупать цифровой плеер без экрана. Несмотря на это, продукт стабильно генерирует многомиллионные продажи (см. Рис 12 б). И это при том, что на следующем шаге из iPod Shuffle вычли и привычное колесо управления, оставив только память и батарею питания. Заметим, что самая безопасная (но не единственная) стратегия создания успешного продукта путем вычитания – оставить главный, доминирующий признак продукта. Для линии



цифровых плееров этим признаком можно считать память для хранения файлов песен. Таким образом,

### **Алгоритм вычитания**

- 1. Описать генотип продукта, выделив важнейшие признаки продукта.*
- 2. Выделить главный (доминирующий) признак, определяющий данную линию продуктов.*
- 3. Выбрать вторичные признаки, которые можно вычесть из генотипа.*
- 4. Описать портрет нового продукта, и если необходимо,*
- 5. Добавить элемент (ы) или изменения, необходимые для его работы после удаления вторичных признаков.*

Теперь разберемся с более сложным случаем:

### **Вычитание с удалением доминирующего признака продукта и назначением нового доминантного признака**

Данный процесс может происходить по следующему алгоритму:

- 1. Описать генотип продукта, выделив важнейшие признаки продукта.*
- 2. Выделить главный (доминирующий) признак, определяющий данную линию продуктов.*
- 3. Выделить вторичные признаки, кандидаты на назначение доминантными в случае удаления главного доминирующего признака (часто, эти признаки являются доминантными в параллельных продуктовых линиях)*
- 4. Удалить главный доминирующий признак.*
- 5. Назначить новый доминантный признак, заменив его на признак(и) подобранные на шаге 3.*
- 6. Описать портрет нового продукта, и если необходимо,*
- 7. Добавить элемент (ы) или изменения, необходимые для его работы после удаления вторичных признаков.*

Проиллюстрируем данный процесс на процессе эволюции iPhone. После выхода первого поколения iPhone, многомиллионные массы пользователей оценили удобство управления продуктом при помощи тач-скрина. Главным (доминантным) признаком этого продукта конечно была возможность телефонной связи. Одними из наиболее видимых вторичных признаков были возможность доступа к интернету (то есть просмотр сайтов), электронная почта и возможность хранения, просмотра и прослушивания аудио и видео файлов. Фактически, несмотря на формальное название продукта «телефон», он был одним из первых полнофункциональных карманных компьютеров управляемых тач скрином.

Следующим шагом после успешного выхода телефона iPhone, был запуск нового продукта продуктовой линии музыкальных плееров компании – iPod Touch. Новый продукт радикально отличался от всех предидущих цифровых плееров компании, но был близнецом iPhone. После отработки технологии и программного обеспечения на iPhone, его главный признак – возможность телефонной связи – был удален. Новым доминирующим признаком была назначена возможность хранения, просмотра и прослушивания аудио и видео файлов. Важно, что в данном продукте оставили возможность соединения с интернетом через беспроводные сети, это позволило стать данному продукту вторым по распространенности устройством с установленной операционной системой iOS. Успешность создания данного продукта иллюстрируется следующими данными по продажам: на март 2011 года продано 108 миллионов iPhone и 60 миллионов iPod Touch. То есть iPod Touch составляет около 36 процентов ручных устройств с операционной системой iOS. Кроме того, аналитические данные сетевого магазина App Store говорят о том, что пользователи iPod Touch более активно покупают больше программ, чем пользователи iPhone [11].

## **Деление**

А теперь рассмотрим ситуацию, когда продукт «разделяется». Этот случай может применяться для выхода из кризисной ситуации, когда продукт выходит на этап своей зрелости. Во время перехода с третьего этапа на четвертый начинаются кризисные проявления: незаметно подкрадывается загиб – постепенный спад продаж продукта. Спад может стабилизироваться на определенном уровне, но это никого не успокаивает, поскольку прибыли с продаж продукта на этом этапе обычно уменьшаются. Это как раз и происходило с таким продуктом как кухонные плиты. Достигнув зрелости, плита превратилась в скучный продукт, не вызывающий особых эмоций потенциальных покупателей. Магазины будто были наводнены кучами близнецов – продуктов, страшно похожих друг на друга. Идея разделения продукта позволила выйти из кризиса и создать две новых продуктовых категории. Итак, традиционную плиту разделили и создали два новых продукта: Cooking Top и Cooking Range. То есть было: кухонная плита с конфорками подогрева и готовки пищи в кастрюлях, расположенными в верхней части, и духовкой – так называемым духовым шкафом для приготовления пищи, традиционно расположенным под конфорками. Разделение на два продукта позволило радикально изменить размещение кухонного

оборудования и повысить удобство пользования. Оказалось, что, cooking top (продукт, в котором остался только верх плиты с конфорками) отлично встраивается в кухонную мебель, не занимая много места, и позволяя использовать тумбочки и полки под ним. В свою очередь, cooking range (духовой шкаф, не имеющий конфорки в верхней части) стало возможно поднять выше и встроить в кухонную мебель. Теперь можно открывать духовку и класть в нее продукты не наклоняясь, что гораздо удобнее.

Итак, в данном примере применено удаление части свойств и разделение продукта для разрешения кризиса третьего этапа. Примем к сведению, что для этого необходимо, во-первых, провести анализ генотипа существующего продукта, во-вторых, выделить его свойства, позволяющие создать новые продукты путем разделения. После этого продумывается процесс введения нового продукта, так чтобы по возможности избежать каннибализма старого продукта.

Таким образом,

### **Алгоритм деления**

- 1. Описать генотип продукта, выделив важнейшие признаки продукта.*
- 2. Выделить главные признаки, определяющий данную линию продуктов.*
- 3. Определить недостатки, или отсутствующие достоинства, связанные с главными признаками продукта.*
- 4. Выбрать признаки, которые можно отделить от генотипа продукта.*
- 5. Проанализировать, как устранить недостатки или добавить отсутствующие достоинства продукта, определенные на шаге 3.*
- 6. Описать портрет нового продукта, и если необходимо,*
- 7. Добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы после разделения и элемента, устраняющие недостатки или добавляющие отсутствующие достоинства, определенные на шаге 3.*

На современном этапе частый случай деления – разделение на модульный продукт. Понятно, почему это происходит: современный рынок позволяет получать гораздо больший доход при продаже модульных продуктов и их аксессуаров, чем при продаже одного, даже очень хорошего продукта. В данной работе подробности алгоритма создания модульных продуктов не рассматриваются.

## Умножение

Случайности не случайны. Ведь даже если сравнивать многоступенчатый ракетный двигатель и вот этот карандаш (рис. 23), можно найти много общего. Множество небольших, но надежных двигателей объединены в одну систему. Создание многоступенчатых ракет из множества двигателей, позволило умножить суммарную мощность ракеты и вывести спутник на орбиту земли. По стечению обстоятельств, карандаш, изображенный на рисунке, чем-то похож на многоступенчатую ракету. Хотя, что у них может быть общего? Дело в том, что в этот карандаш состоит из прозрачной пластмассовой трубки, в которую один за другим вложены маленькие карандашики – пластмассовые модули с остро заточенным карандашом. Когда израсходован и затупился карандаш первого модуля, пользователь просто выбрасывает его и на его место сдвигается второй модуль.

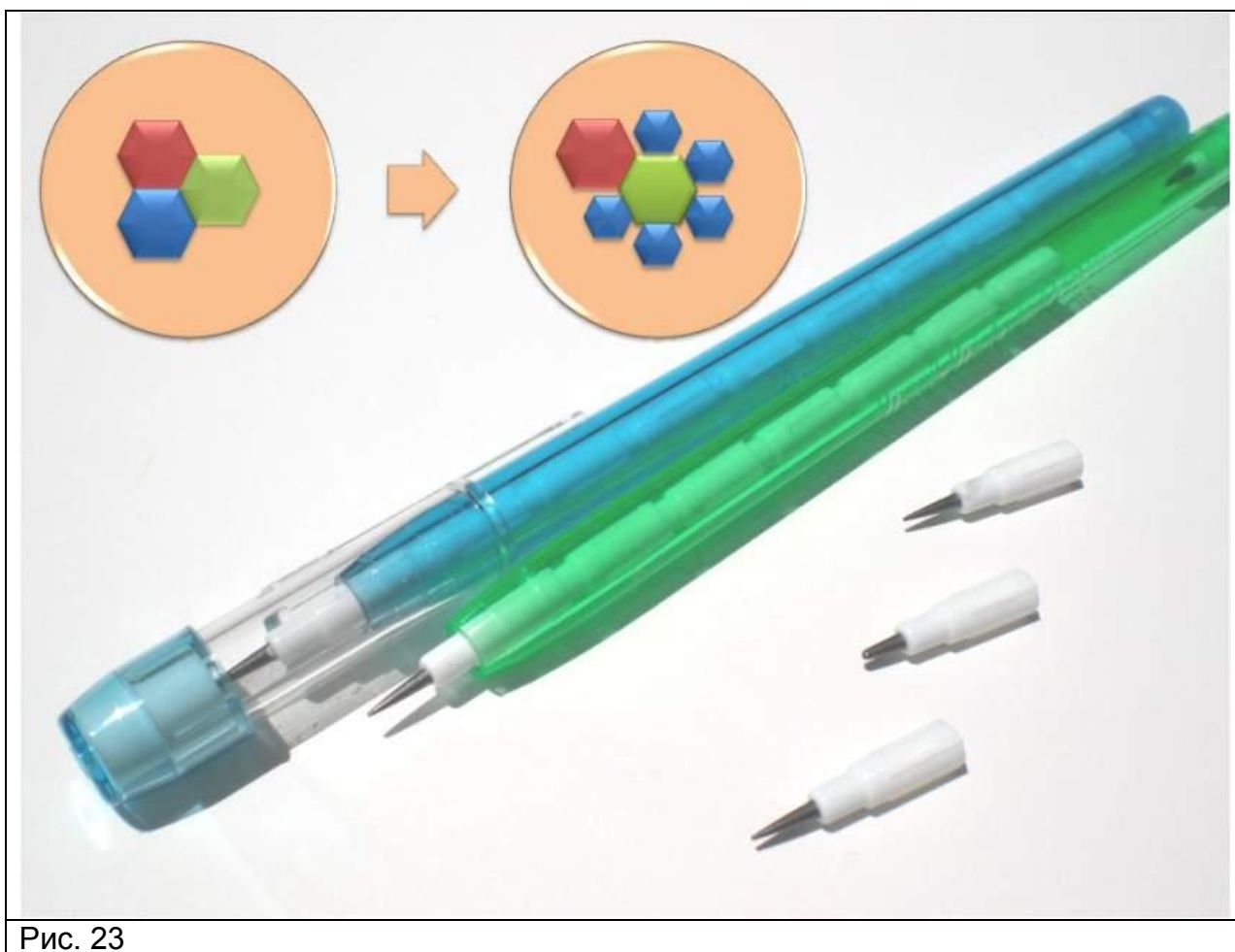


Рис. 23

Если внимательно посмотреть вокруг, то выяснится, что вокруг довольно много продуктов, в которых один из признаков размножен: вот подвесная люстра – одной лампочки было мало для освещения, поэтому дизайнеры встроили в нее три

одинаковые лампочки, направив их в разные стороны. Диван. Чтобы не делать один длинный матрас, диван состоит из корпуса, в который вложено шесть подушек – по три для спины и для сидения соответственно. Акустическая система – четыре одинаковых модуля со встроенными динамиками располагаются вокруг слушателя для создания «объемного» эффекта. Как всегда, при кажущейся простоте этих примеров, в реальности все сложнее. Не всегда понятно, какой признак или какую подсистему нужно умножать, а если умножать, то сколько раз, где остановиться?

### **Алгоритм умножения (размножения) признака**

- 1. Мысленно представить белую (или черную) поверхность.*
- 2. Представить себе и поместить на поверхности продукт, выбранный для умножения.*
- 3. Представить себе, что продукт сделан из пластилина и его можно легко изменять.*
- 4. Мысленно выделить часть продукта, выделить часть, выполняющую свою работу плохо, сфокусировавшись на зоне где качество продукта нужно резко улучшить.*
- 5. Мысленно отделить эту часть продукта, скопировать ее и размножить в выбранной зоне (При этом, рассмотреть разрешение противоречие объединения в пространстве).*
- 6. Определить, какая часть системы ограничивает количество частей продукта, выбранных для размножения и выяснить, какое количество будет оптимальным для нового продукта.*
- 7. Продумать, как будет эксплуатироваться новый продукт.*
- 8. Описать портрет нового продукта и добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы с размноженным признаком.*

Пример.

Девушка. Она стоит перед зеркалом с длинным блестящим предметом в ее руке. Это один из продуктов для завивки волос - завивалка. На вид это блестящая металлическая труба с ручкой. Труба обычно имеет зажим-прищепку, в которую зажимается конец пряди волос. Потом сама прядь накручивается на горячую трубку, некоторое время нагревается, и волосы становятся волнистыми. Такой продукт для завивки длинных волос хорош для домашнего пользования. Для профессиональных парикмахеров и стилистов он не годится, ведь если локоны у клиента длинные, то укладка их займет слишком много времени. Попробуем применить умножение для создания нового «улучшенного» продукта для профессионалов.

Как всегда, начинаем мысленную работу с представления черного квадрата. Для начала выталкиваем из него все лишние мысли. Теперь, кладем на черный квадрат завивалку. Вот она в руке у девушки – на блестящую трубку наматываются длинные пряди волос, затем закрывается зажим, раз, два, три, четыре, пять, и зажим снова открывается, волосы сползают с трубы и заметно, что они уже стали волнистыми. Какой элемент выделить для размножения? Поскольку мы работаем с простым продуктом, понятно, что размножить ручку не стоит, все равно у пользователя ограниченное количество рук. Попробуем размножить нагревательную трубу завивалки. Мысленно отделяем ее от ручки, копируем, ставим напротив первой трубы. Проверим, что у нас получилось, для этого попробуем воспользоваться новой «двухтрубной моделью»: зажимаем волос между двумя трубками, но он остается прямым, завивки не происходит. Продолжим размножение. Немного раздвинем две трубки и разместим их на одной стороне прибора, а другую нагревательную трубу поместим в углубление между двумя трубами на другой стороне. Похоже, что три нагревательные трубки дают оптимальную ширину нового продукта. При использовании большего количества возрастает сложность концепции и потребляемая мощность. Теперь нужно немного изменить зажим для волос, так, чтобы он прижимал волосы к поверхности наших нагревательных труб, согнем прижим так, чтобы он шел полуволной вдоль поверхности двух труб. Сейчас, если мы поместим прядь волос, то она изгибается как вдоль трубок одной стороны, так и ответной трубки, укрепленной на стороне зажима (рис. 24). Заметим, что для завивки теперь не нужно наматывать волосы на трубы, нужно только зажимать прядь, фиксировать волосы нагреванием и повторять эту процедуру, постепенно смещая аппарат к концу пряди.

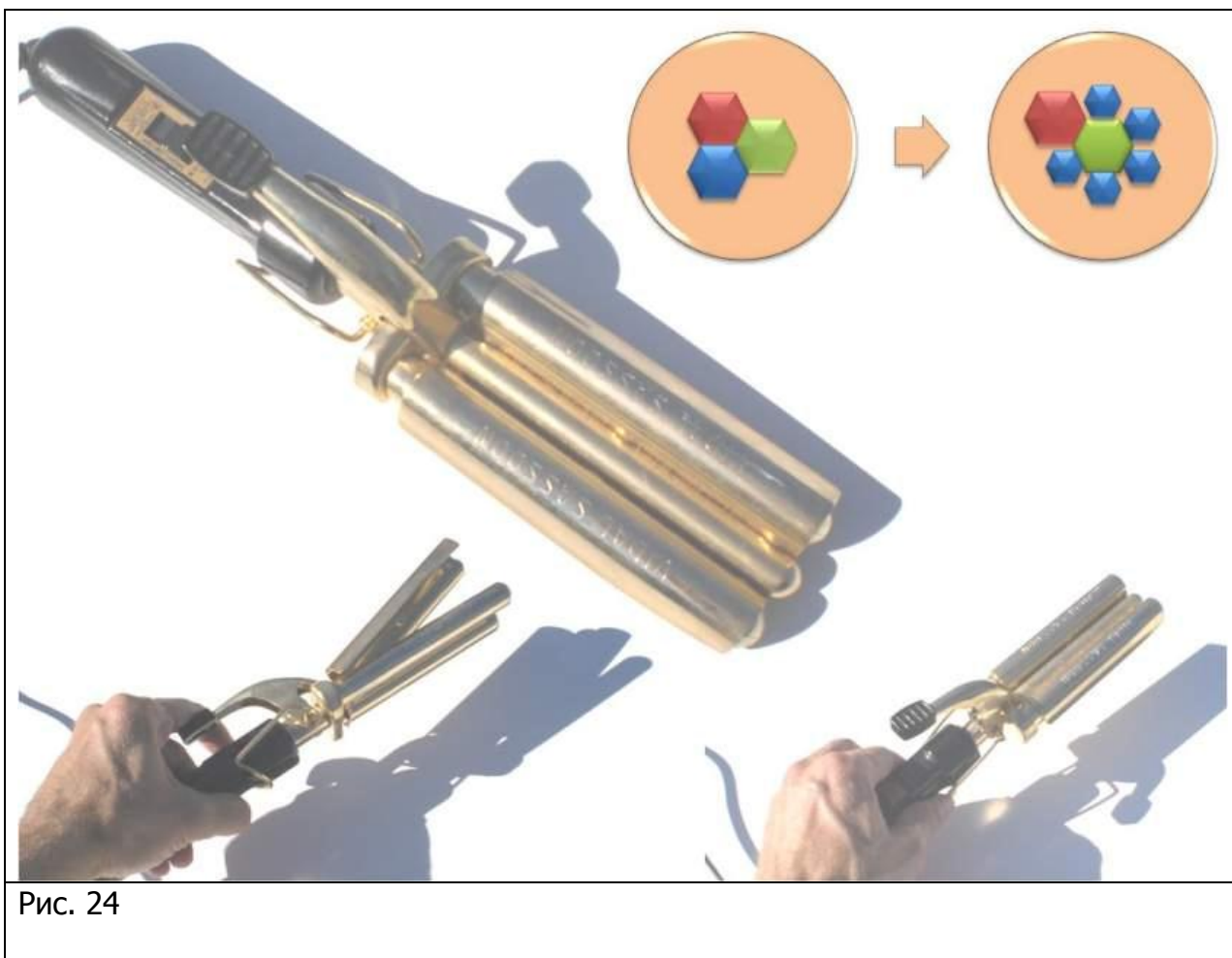


Рис. 24

Часто сложение продуктов или выбранных свойств само по себе не дает удовлетворительного гибрида. В таких случаях совместное применение сложения и умножения позволяет создать более совершенные концепции и решения.

#### **Алгоритм сложения с размножением выбранного признака**

1. Мысленно представить белую (или черную) поверхность.
2. Представить себе и поместить на поверхность первый продукт, выбранный для сложения.
3. Представить и разместить на той же поверхности второй продукт (или признак), выбранный для скрещивания.
4. Представить себе, что оба продукта сделаны из пластилина.
5. Отрезать необходимую часть от первого продукта.

6. *Отрезать необходимую часть от второго продукта.*
7. *Скопировать выбранные части продуктов.*
8. *Сложить их вместе и склеить (ведь мы еще представляем, что они из пластилина). При этом, рассмотреть разрешение противоречие объединения в пространстве или во времени.*
9. *Продумать, как будет эксплуатироваться новый гибридный продукт.*
10. *Описать портрет нового продукта и добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы (Примечание. Рассмотреть разрешение противоречия в пространстве и во времени).*
11. *Проанализировать последствия процесса скрещивания. Если результат скрещивания неудовлетворительный, то есть полезная функция гибридной концепции слишком слаба, приступить к размножению.*
12. *Мысленно выделить часть продукта, выделить часть, выполняющую свою работу плохо, сфокусировавшись на зоне где качество продукта нужно резко улучшить.*
13. *Мысленно отделить эту часть продукта, скопировать ее и размножить в выбранной зоне (При этом, рассмотреть разрешение противоречие объединения в пространстве).*
14. *Определить, какая часть системы ограничивает количество частей продукта, выбранных для размножения и выяснить, какое количество будет оптимальным для нового продукта.*
15. *Продумать, как будет эксплуатироваться новый продукт.*
16. *Описать портрет нового продукта и добавить элемент(ы) или изменения, необходимые для его работы с размноженным признаком.*

Применение алгоритма сложения с размножением свойств одного из объединяемых продуктов проиллюстрировано на примере создания новых эндоскопических инструментов. На рисунке 25 изображена концепция операционного эндоскопа, существующая только на бумаге, в патенте. Она выглядит как обычный эндоскоп, но с двумя маленькими руками справа и слева от головной части эндоскопа. Для чего это сделано? Хирурги успешно разрезают и соединяют ткани во время различных операций, поэтому и для эндоскопических операций они хотят иметь на эндоскопе две крохотные ручки – такие же сильные и умелые, как их собственные руки во



время открытых операций. Собственно, предназначение этих крохотных ручек – повторить процесс операций, выполняемых человеческими руками: одна из рук сможет разрезать ткани, а вторая сможет держать иглоу и сшивать ткани. Данный патент обсуждался на стадии анализа проекта «Разработка нового поколения инструментов для эндоскопических операций проводимых сквозь естественные отверстия». Изготовление инструментов для работы по такому «человеческому» принципу сшивания тканей неэффективно, необходима замена «человеческого» принципа на «машинный».

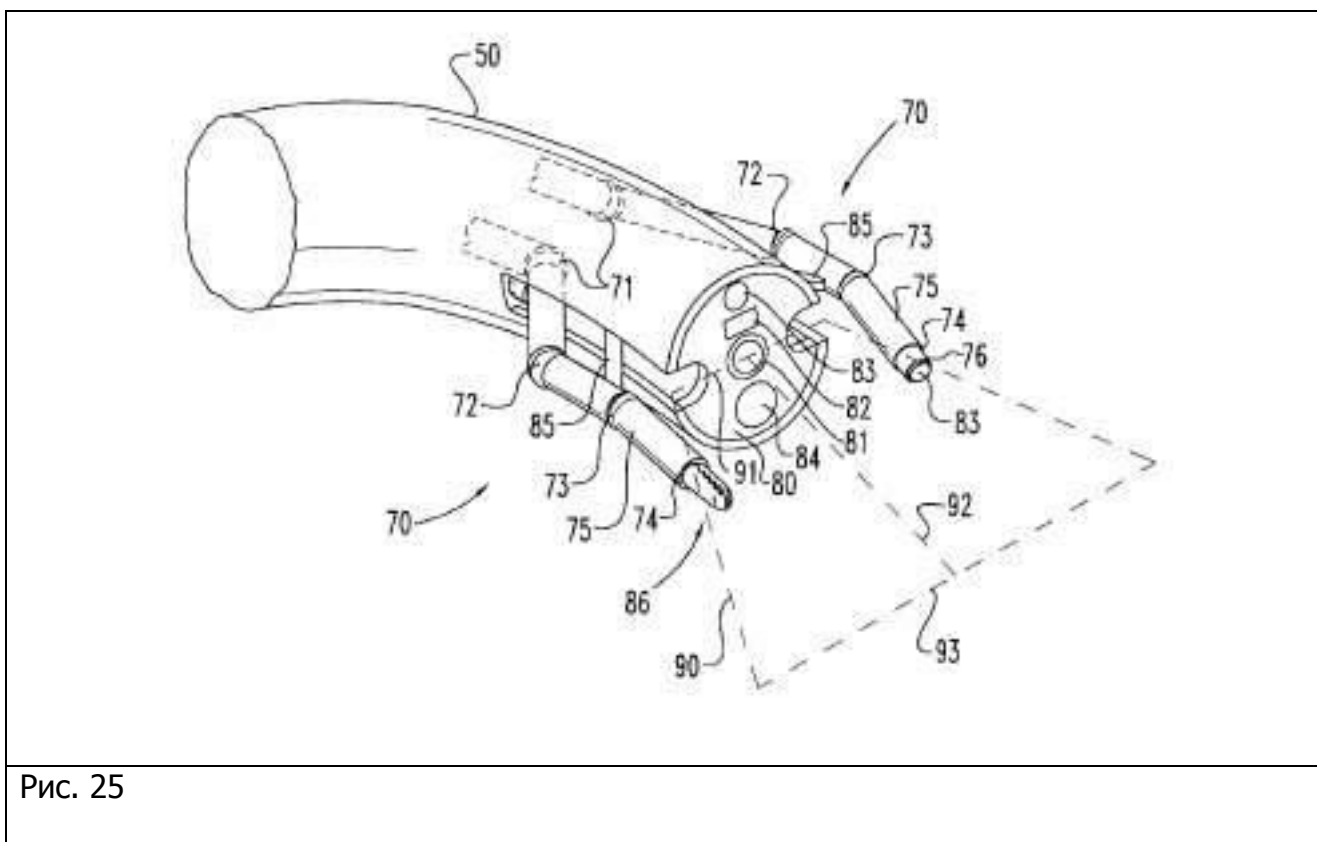
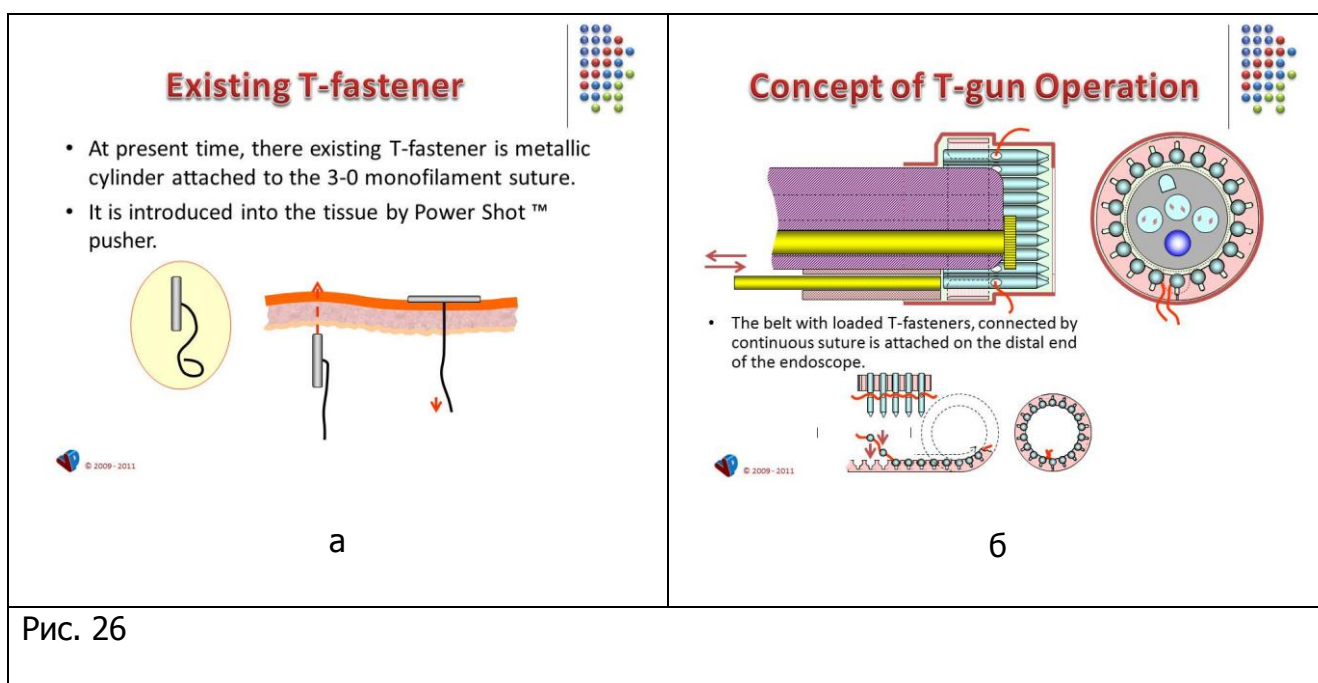


Рис. 25

Понятно, что для выполнения данной работы было необходимо подобрать нужного кандидата для скрещивания с эндоскопом. В процессе анализа, кандидатом на объединение был выбран продукт «Power Shot». Данное устройство предназначалось не для сшивания тканей, а для протягивания дренажа сквозь ткани после операции. Оно состояло из длинного гибкого металлического стержня, толкающего маленький металлический цилиндр с прикрепленной к нему нитью. Когда цилиндр, который называется t-fastener tag [далее т-таг – В.П.], прокалывает ткани, на другой стороне слоя ткани он разворачивается, и заанкеривает нить (рис. 26 а). Способность надежно проходить ткани, протягивать за собой нить, и надежно закреплять ее на другой стороне слоя ткани или внутреннего органа было решено использовать для объединения с эндоскопом. Но, само по себе объединение эндоскопа с Power Shot ничего не дает: да, длинный гибкий стержень можно просунуть в служебное отверстие эндоскопа и вбить один т-таг, но ткани он не сошьет. Можно попытаться

разместить много гибких стержней с т-тагами вдоль поверхности эндоскопа, но это увеличит диаметр устройства и не даст возможности сшивать ткани, концы нитей т-тагов будут просто висеть незакрепленными, и нужно их связывать «вручную». То есть, анализируя последствия скрещивания, можно сказать, что Power Shot, объединенный с эндоскопом, выполняет функцию сшивания очень плохо. Для сшивания нам нужно много т-тагов. Мысленно отделим их от Power Shot и разместим вдоль поверхности эндоскопа. Чтобы не увеличивать диаметр устройства, разместим только один гибкий стержень вдоль поверхности эндоскопа. Когда нужно, стержень может загнать один т-таг в ткань, а как быть дальше? Т-таги должны переместиться, так чтобы следующий т-таг встал перед гибким стержнем, после этого мы можем повторить «выстрел» (рис. 26 б). Но наши т-таги не соединены между собой. Соединим их бесконечной нитью. Теперь можно выстрелить нужное количество т-тагов, а потом стянуть нить, стянув ткани (рис. 27 а).



Мы получили концепцию нового эндоскопического устройства для сшивания тканей, которую можно использовать как для операций в пределах желудочно-кишечного тракта, так и для NOTES-операций. На этапе добавления необходимых элементов, были более детально разработаны и добавлены к данной концепции картридж-носитель т-тагов и механизм перемещения т-тагов после выстрела. Данное устройство можно применять для остановки кровотечения и затягивания язв желудка, операций в желудке при удалении и сшивании тканей, но главным применением может быть создание отсеков в желудке путем сшивания его стенок при операции предотвращения ожирения. В настоящее время такие операции выполняются лапароскопическим путем. При этом, хирургический скрепосшиватель отделяет основную часть желудка, создавая узкий «коридор», не позволяющий

пациенту много есть. Такой же эффект может достигаться при выполнении эндоскопической операции с предлагаемым устройством (рис. 27).

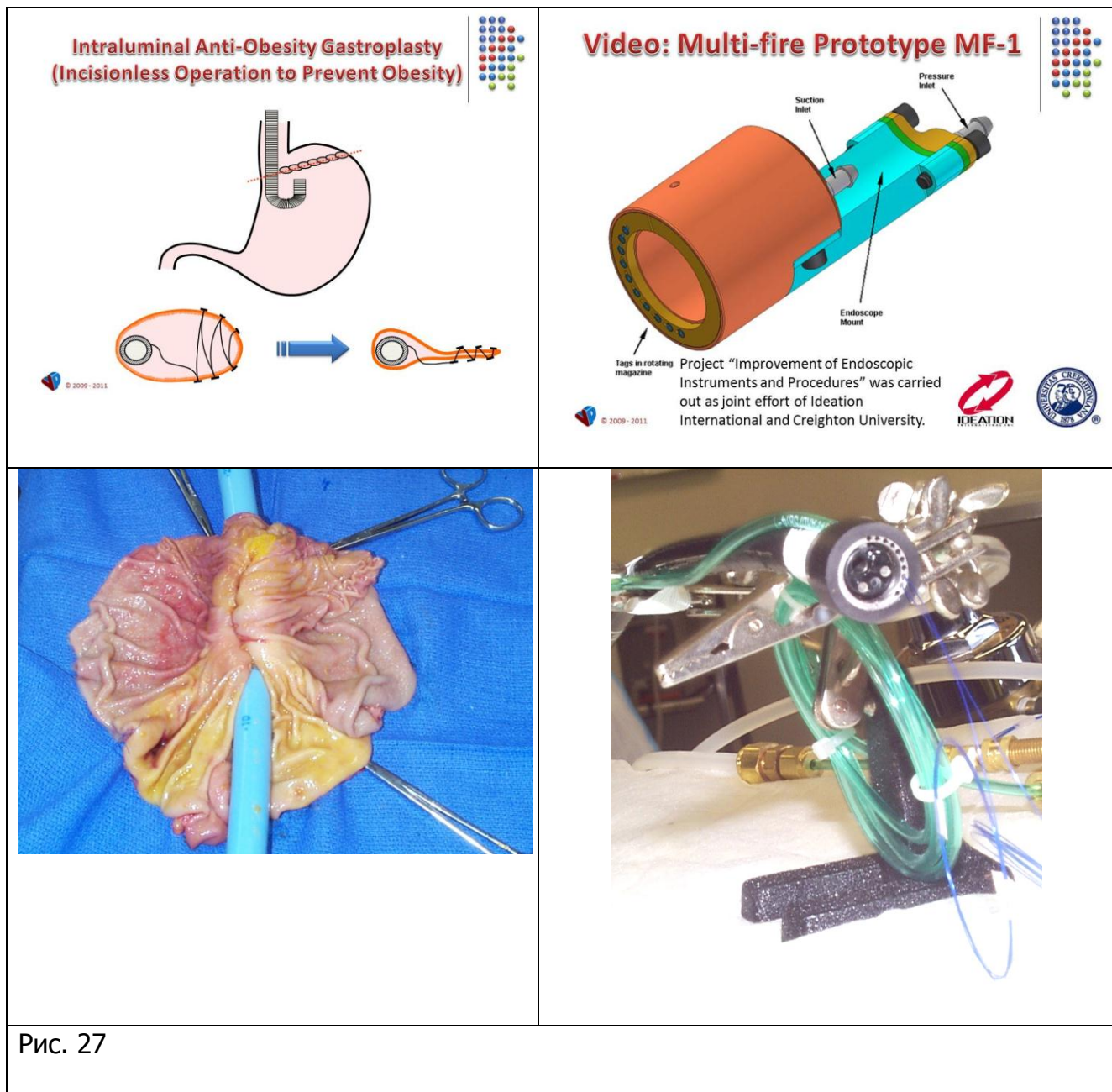


Рис. 27

При выполнении операции по новой концепции, пациенту не будет необходимости ложиться в больницу и оставаться в больнице после операции. Вся операция может быть короче и бескровнее, что снизит ее болезненность и риск для пациента. В настоящее время, операции по предотвращению ожирения по прежнему имеют достаточно серьезный риск – согласно статистике, 3-5 процентов таких операций могут привести к смертельному исходу.

## **Описание процесса эволюции продукта с применением разных схем гибридизации**

Комбинированное применение схем гибридизации позволяет описывать эволюцию продуктов и создавать довольно сложные продукты. При этом, процесс сложения, вычитания, умножения и деления можно разбить на следующие этапы: выбор первого продукта, определение генотипа (то есть набора его признаков, свойств, важных для последующего сложения или вычитания), выбор второго продукта и определение его генотипа, и наконец, собственно применение сложения, вычитания, умножения или деления с получением нового продукта.

Попробуем описать эволюцию игровой платформы Dance Dance Revolution в виде набора схем гибридизации. Для начала, опишем процесс работы данного устройства (см. рис 28). Металлическая платформа, по которой почти синхронно двигаются две пары ног. Ать-два, ать-два... Камера снижается над платформой, теперь заметно, что платформа разделена на две части. Поверхность платформы разделена на клетки, и выглядит как кусок большой шахматной доски. Также как в шахматах, платформа разделена на две части, но в отличие от шахмат, на доске нет никаких фигур, а центре каждой «половинки» платформы стоит человек. Громко играет музыка. Становится понятно, что стоящие на платформе люди - соревнующиеся друг с другом танцоры. Ноги. Их ноги двигаются в такт громкой современной музыке. Видно, что от центральной клетки с игроком во все стороны нарисованы огромные и яркие неоновые стрелки: вверх, вниз, влево и вправо. Перед платформой установлен большой экран, на нем видны стрелки, появляющиеся в верхней части экрана и постепенно падающие вниз. Задача соревнующихся – каждый раз наступить на платформе на ту стрелку, которая в данный момент изображена в нижней части экрана. Поскольку падение стрелок на экране ни на секунду не прекращается, движения игроков напоминают танец. Это и есть игра "Dance Dance Revolution", разработанная в Японии в конце прошлого века. Наверное поэтому она и напоминает караоке для танцев тем, что на экране появляются стрелки, указывающие игрокам куда ставить ногу в следующих движениях их танца на платформе.

# Dance Dance Revolution



Source: [http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Dance\\_Dance\\_Revolution\\_North\\_American\\_Arcade\\_machine\\_3.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Dance_Dance_Revolution_North_American_Arcade_machine_3.jpg) accessed 9/5/2008

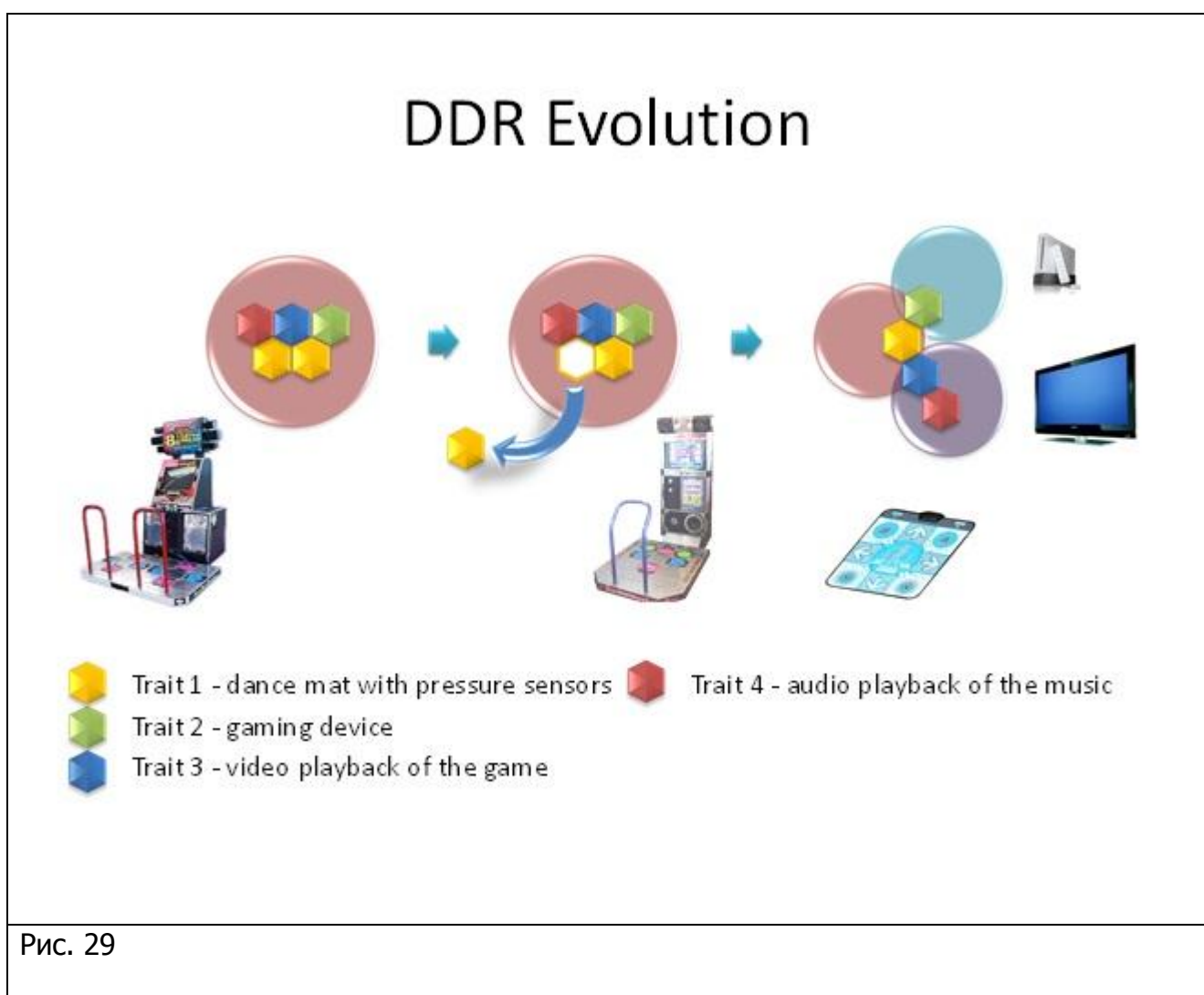
Source: [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Playing\\_DDR.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Playing_DDR.jpg) accessed 9/5/2008

Рис. 28

Почему, эта игровая платформа стала очень популярной, и довольно быстро проникла в игровые центры не только в родной Японии, но и в Европе и Америке? Наверное потому, что это одна из первых игр, в которые можно играть без клавиатуры и джойстика – ногами. Первые устройства стоили довольно дорого, поэтому, когда новый продукт стал популярен, появилась и «solo» версия продукта на одного игрока. И все же, чтобы стать действительно массовым продуктом и проникнуть в квартиры обычных людей, необходима была разработка продукта с ценой в сотни долларов, а не тысячи, как это было в самом начале. Трудно радикально понизить цену и сохранить все элементы первоначальной конструкции. В результате работы над таким вызовом, продукт решили упростить. Новое поколение продуктов преобразилось в танцевальные маты – гибкие танцевальные коврики с датчиками давления, встроенными в них. Все остальное вычли из продукта. Новые программы "Dance Dance Revolution" были реализованы на самых распространенных игровых консолях, доступных в то время, а для воспроизведения изображения и звука использовался имеющийся в каждом доме телевизор. Итак, если раньше продукт включал металлическую платформу с датчиками на двух игроков,

встроенное игровое устройство с органами управления, экран и динамики для воспроизведения музыки, то на новом этапе все это ушло. Исчезло. Было удалено из продукта.

Остался только танцевальный коврик на одного человека. Все остальное проектировщики «вычли» из продукта. Но поскольку один коврик сам по себе не мог работать, он вступил в симбиоз с телевизором и игровыми приставками, миллионы которых к тому времени уже наполнили гостиные обычных семейных домов. На рисунке 29 этот момент описания эволюции продукта – симбиоз танцевального коврика, игровой приставки и телевизора - показан в виде трех окружностей разного цвета, выбранные признаки внутри которых соединены между собой во время совместной работы, но продукты остаются самостоятельными, и не объединяются между собой.



Гибкие танцевальные маты – продукт вычитания «лишних» свойств из первоначального продукта – оказались настолько успешны, что в некоторых школах их даже включили в расписание занятий по физкультуре.

Стать аксессуаром игровой консоли – это был очень сильный и важный ход на этапе первоначального распространения и выживания продукта. Миллионы людей узнали о новом продукте, но не все из них обладали игровыми консолями. И на следующем шаге в танцевальный мат ввели «усеченную» игровую консоль с несколькими уровнями игры (на рисунке 30 признаки гибкого танцевального мата и игровой консоли теперь уже в одном продукте), по-прежнему использующую телевизор для воспроизведения видео и аудио ряда. Этот интересный эксперимент позволил закрепить успех привлечением новой, еще более многочисленной группы потребителей.

Время шло, и одновременно с распространением танцевальных матов расширялось производство ЖК дисплеев. В конце-концов, цена ЖК экранов упала настолько, что появилась возможность опять добавить индивидуальный экран к гибкому танцевальному мату, оставив цену доступной для обычных пользователей. Можно также отметить, что почти одновременно танцевальные маты удвоились, то есть появились большие маты на двух игроков.

## DDR Evolution

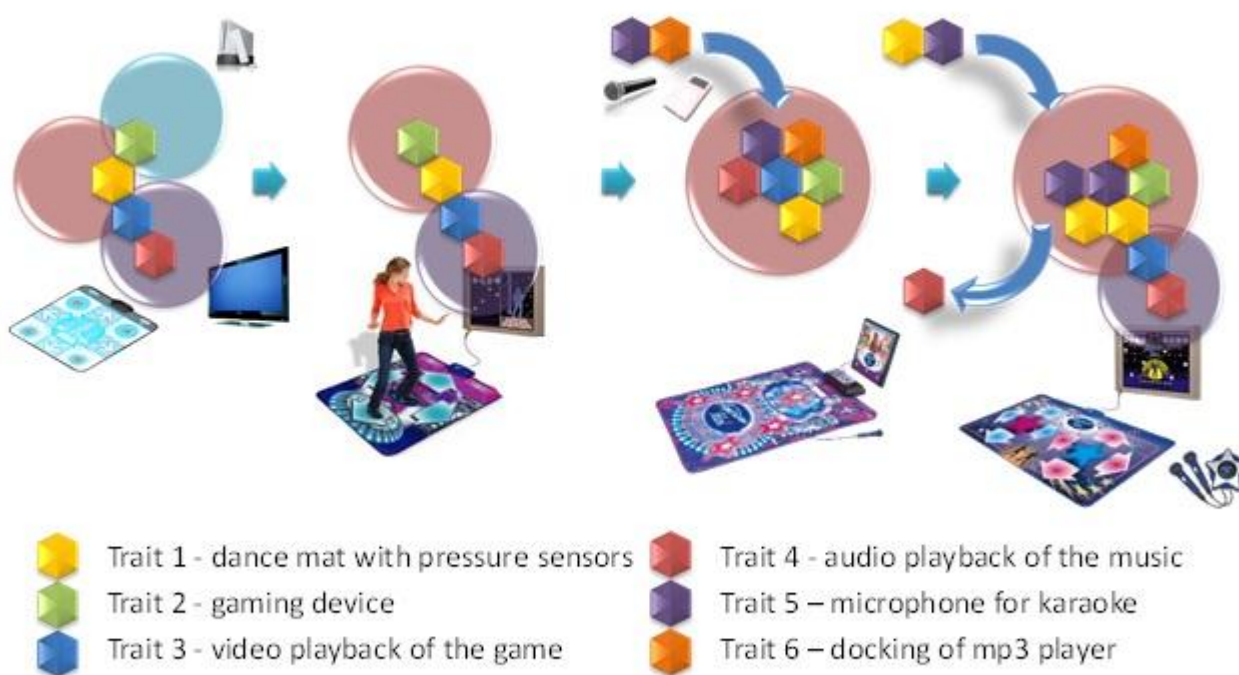


Рис. 30

Кроме «старых» свойств, в новый продукт добавили несколько новшеств. Дело в том, что к этому времени молодые люди приобрели миллионы цифровых музыкальных плееров. Так вот, не боясь испортить свой продукт, разработчики добавили возможность подключения плееров к танцевальным матам, чтобы их владельцы могли танцевать под любимые мелодии, сохраненные на их iPod-ах. Другая интересная новинка – добавление микрофона и возможности пения. Тоже вполне понятный ход мыслей: где танцуют, там рано или поздно и запоют. Тем более, что новую серию танцевальных матов выпустили под маркой передачи “American Idol” (Российский аналог – передача «Фабрика звезд» - В.П.).

Итак, мы условно описали фрагмент эволюции успешного массового продукта – платформы Dance Dance Revolution (DDR) - на рисунках 29 и 30 в виде схем гибридизации. В заключение, отметим, что



- Комбинируя схемы эволюции, можно визуально описывать «план» эволюции заранее.
- Упрощенные схемы гибридизации и позволяет разработать и обсудить план будущего развития продуктовой платформы.
- После создания концепций первоначальных гибридных продуктов, они в свою очередь, тоже служат источником для получения следующих поколений продуктов.
- Планирование эволюции продуктовой платформы должно происходить без скачков, приводящих к потерям существующих потребителей. (То есть предлагаемые концепции нового поколения продуктов не должны приводить к потере пользователей существующего поколения продуктов).

## **Заключение**

Организация решения изобретательских задач путем скрещивания большого количества продуктов или технических систем является ключевым моментом эволюции технической системы или продукта. Чрезвычайно важно упорядочить этот процесс, чтобы провести его максимально легко и просто. Способ упорядочивания может быть предельно простым, как, например, использование схем гибридизации, или более сложным, как использование алгоритма последовательной гибридизации. В свою очередь, при работе с алгоритмом последовательной гибридизации, можно последовательно применять различные схемы гибридизации. Неизменным остается основной принцип – собрать кандидатов на скрещивание и использовать их для решения возникающих изобретательских задач и для создания новых технических систем или продуктов.

Чем лучше организован процесс скрещивания, тем проще создавать новые гибриды. Алгоритм последовательной гибридизации продуктов представляет собой процесс проведения скрещивания, а схемы гибридизации – средства для быстрого просмотра, прикидки и корректировки возможного скрещивания. В некоторых, наиболее простых случаях, удобнее работать непосредственно со схемами и рекомендациями по их выполнению.

В данной работе были объяснены шаги алгоритма последовательного скрещивания и приведены практические примеры многошагового скрещивания и подбора кандидатов на гибридизацию.

Далее, были объяснены схемы гибридизации, позволяющие при минимизации интеллектуальных затрат подобрать гибриды и скрестить их, разрешив противоречия во времени и в пространстве.

Кроме того, предложенные схемы гибридизации, позволяют описать как существующие процессы развития систем с точки зрения манипулирования признаками при гибридизации систем, так и упрощенный процесс будущей эволюции продукта.

Предложенные подходы применены на практике как для решения изобретательских задач, так и в рамках процесса Управляемой Эволюции (Directed Evolution) и отработаны на большом количестве реальных проектов.









Дальнейшее применение описанного подхода получило свое развитие в виде методологии Гибридизации Популяций (изучение и подбор кандидатов на скрещивание, их скрещивание, создание карт потенциальной эволюции продуктов, отбор наиболее перспективных направлений развития продуктовой платформы путем обсуждения предложений вместе с получателями проекта).

Хочу поблагодарить коллег и учителей за их ценные подсказки, исторические справки, указания и просто дружеские советы во время процесса исследования, написания и редактирования данного материала. Большое спасибо слушателям за присланные комментарии и пожелания к ранним текстам алгоритма, учебных задач и схем гибридизации.

# Приложение 1 – Типовые Схемы Гибридизации

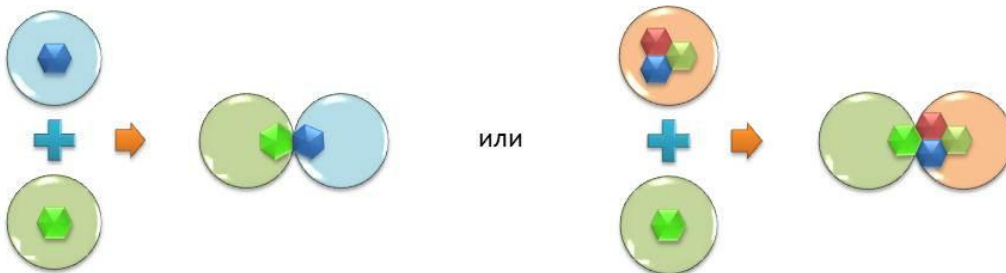
## Типовые Схемы Гибридизации

Условные обозначения:

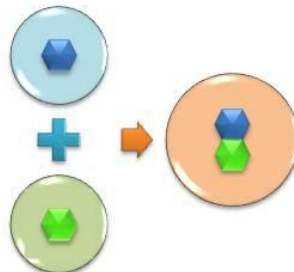
-  • Продукт
-  • Признаки/Свойства продукта
-  • Главный признак продукта
-  • Вредный признак
-  • Признак «увеличения» продукта
-  • Признак «уменьшения» продукта
-  • Исправительный признак
-  • Разрешение между признаками продукта противоречия во времени

### 1. Сложение

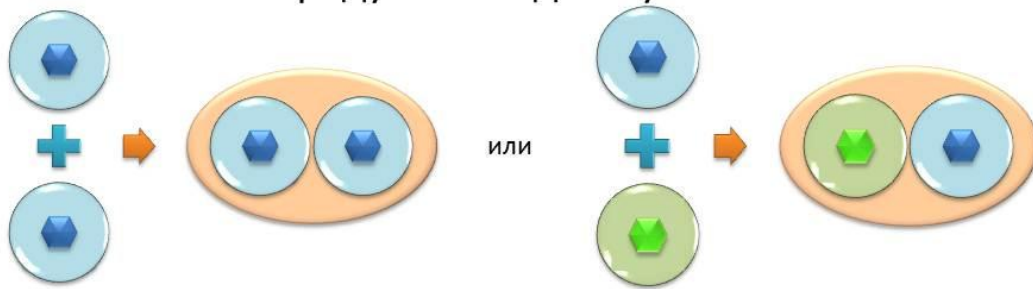
#### 1.1. Без образования «объединенного» продукта



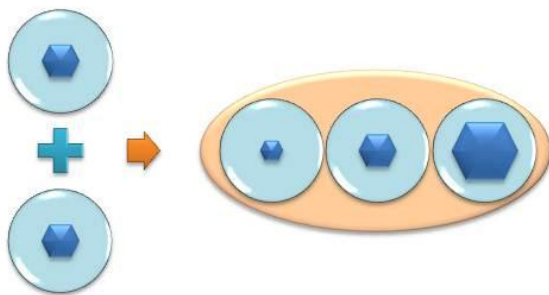
#### 1.2. С образованием «объединенного» продукта



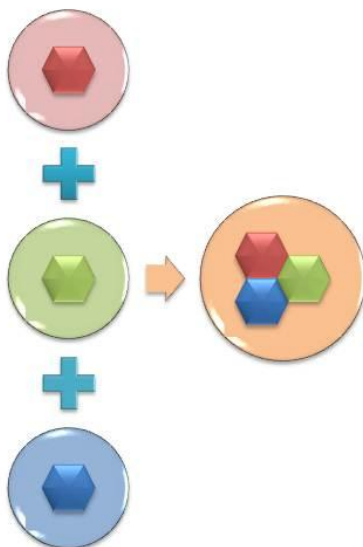
### 1.3. Временное объединение одинаковых/разных продуктов в одной упаковке



### 1.4. Временное объединение продуктов с масштабными отличиями в одной упаковке

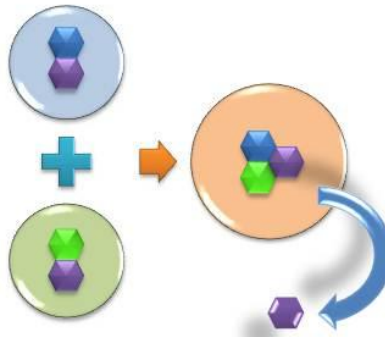


### 1.5. Сложение трех и более продуктов

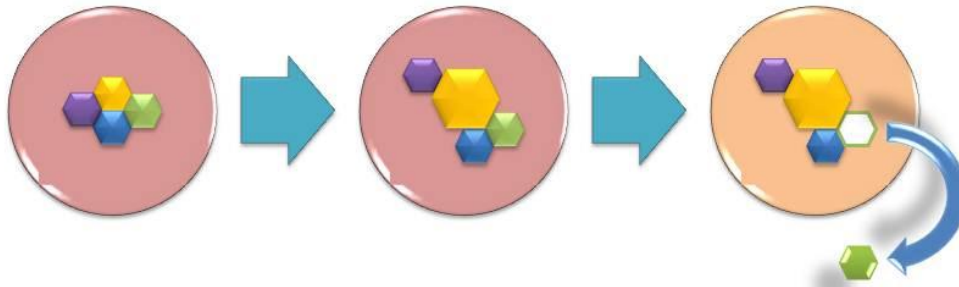


## 2. Вычитание

### 2.1. Повторяющегося признака

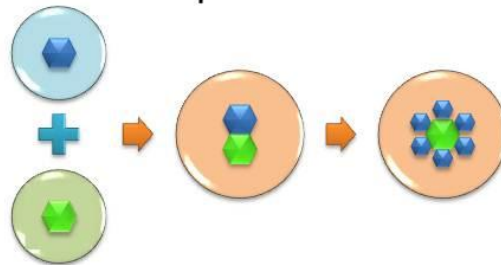


### 2.2 «Второстепенного» признака

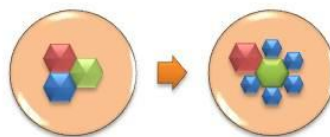


## 3. Умножение

### 3.1. Сложение с последующим размножением признака



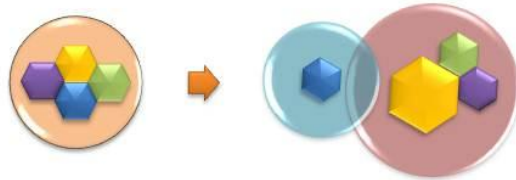
### 3.2. Размножение признака сложных продуктов



## 4. Деление

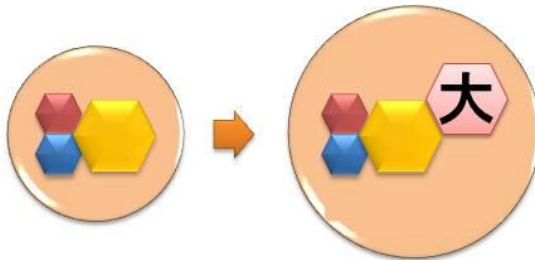


4.2. Создание продукта с отделяемым главным признаком

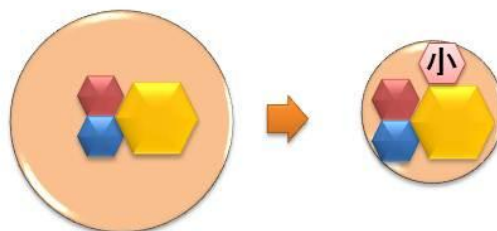


## 5. Масштабирование

5.1. Увеличение

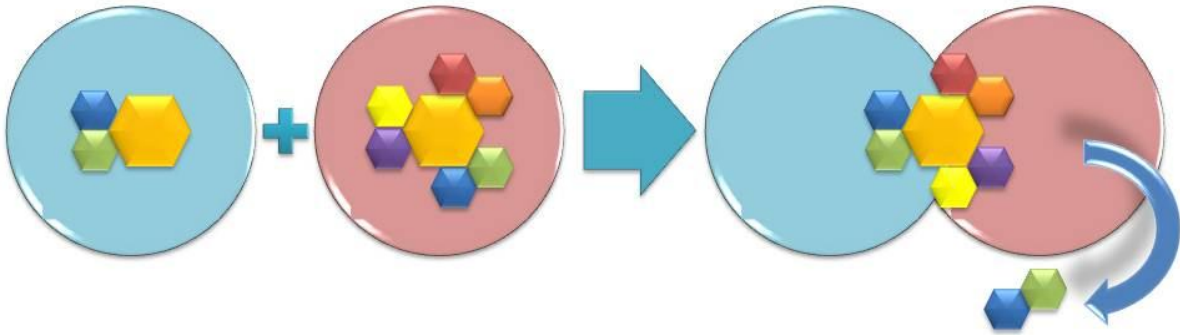


5.2. Уменьшение

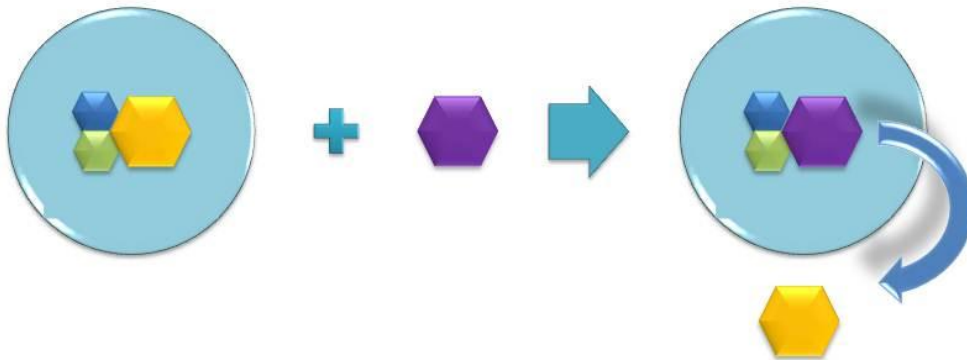


## 6. Работа с главным признаком

### 6.1. Объединение по общему главному признаку



### 6.2. Замена главного признака

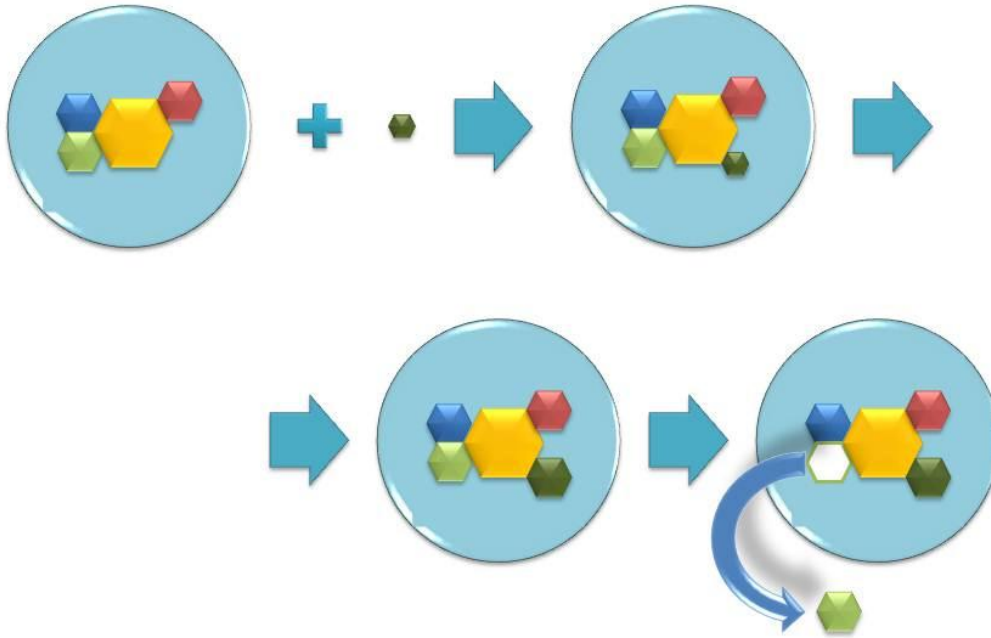


### 6.3. Удвоение главного признака (продукт с двумя доминантными главными признаками)



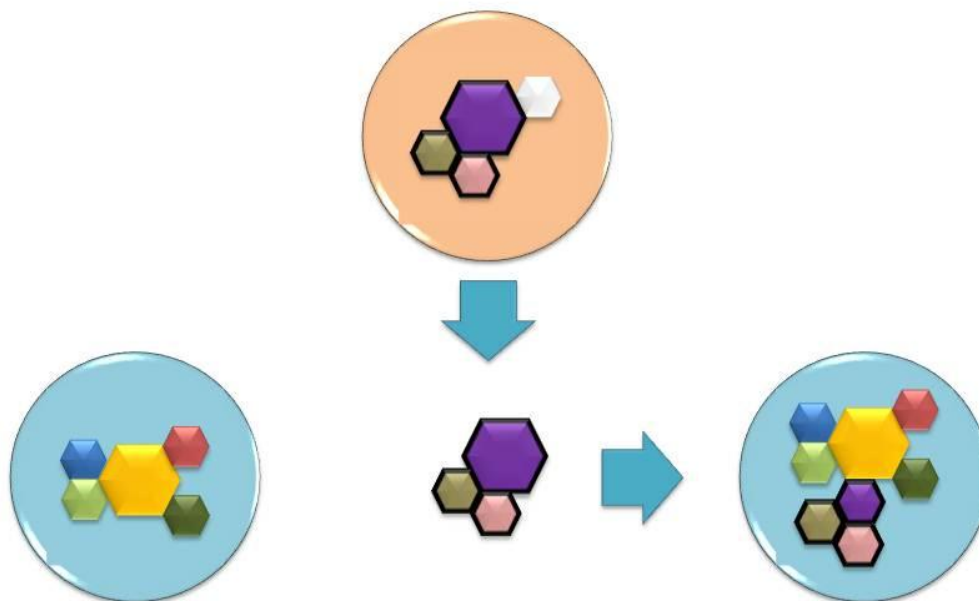
## 7. Замена генетического материала

### 7.1 Многошаговое введение нового признака



## 7. Замена генетического материала

### 7.2 Введение нового признака родственного продукта





## 7. Замена генетического материала

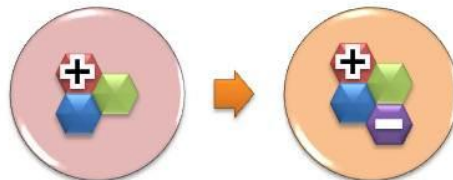
7.3 Возвратное скрещивание – ведение признаков более старого продукта в новый продукт



7.4 Переход к одноразовым «расходным» элементам и продуктам



## 8. Введение «анти-» признака

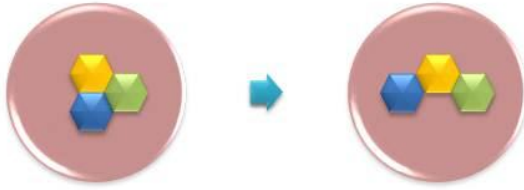


9. Введение «исправительного» признака



# 10. Разрешение противоречий

## 10.1. В пространстве



## 10.2. Во времени



## 10.3. С одновременной заменой главного признака



## Список Литературы

1. Альтшуллер Г. С. "Алгоритм изобретения", М, Московский Рабочий, 1973. 296 с.
2. Альтшуллер Г. С. "Найти идею", Новосибирск, Наука, 1986.
3. ЗАЧЕМ ТЕХНИКЕ ПЛЮРАЛИЗМ (РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПУТЕМ ИХ ОБЪЕДИНЕНИЯ В НАДСИСТЕМУ). В. М. Герасимов, С. С. Литвин Журнал ТРИЗ т.1, N 1`90
4. Альтшуллер Г. С, Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В. И. "Поиск новых идей: от озарения до технологии", Кишинев, Картя Молдовеняска, 1989.
5. TRIZ in Progress. Transactions of the Ideation Research Group. ISBN 1-928747-04-3
6. Lynn Margulis. [http://en.wikipedia.org/wiki/Lynn\\_Margulis](http://en.wikipedia.org/wiki/Lynn_Margulis) accessed 5/11/2011.
7. Журнал "Изобретатель и рационализатор". № 11. 1984.
8. HYBRIDIZATION: THE NEW WARFARE IN THE BATTLE FOR THE MARKET. Val Prushinskiy, Vladimir Gerasimov, Gafur Zainiev. ISBN 1-59872-069-4
9. "Разработка новых эндоскопических инструментов для хирургических операций через естественные отверстия (NOTES)" [Development of new endoscopic instruments and procedures for NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery)]. Project reports, Ideation International Inc.
10. iPod sales per quarter. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ipod\\_sales\\_per\\_quarter.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ipod_sales_per_quarter.svg) accessed 2/19/2011
11. Apple's Samsung lawsuit reveals over 60 million iPod touch sold. [http://www.appleinsider.com/articles/11/04/19/apples\\_samsung\\_lawsuit\\_notes\\_over\\_60\\_million\\_ipod\\_touch\\_sold.html](http://www.appleinsider.com/articles/11/04/19/apples_samsung_lawsuit_notes_over_60_million_ipod_touch_sold.html) accessed 04/19/ 2011.
12. Dance Dance Revolution. [http://en.wikipedia.org/wiki/Dance\\_dance\\_revolution](http://en.wikipedia.org/wiki/Dance_dance_revolution) accessed 12/05/2011.
13. Bradsher, Keith. High and mighty: SUVs – the world’s most dangerous vehicles and how they got that way, 1st ed., New York, PublicAffairs™, p. 76